

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**

ADROALDO CARPES DE LARA

**ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE ATRAVÉS DA ANÁLISE
DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO**

Porto Alegre

Agosto, 2014

ADROALDO CARPES DE LARA

**ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE ATRAVÉS DA ANÁLISE DO
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO**

**Dissertação de Mestrado Profissional
submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Física do Instituto de Física
na Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, sob a orientação dos professores Dr.
Ives Solano Araujo e Dr. Fernando Lang da
Silveira.**

Porto Alegre

Agosto, 2014

AGRADECIMENTOS

Com o passar dos anos da minha carreira, com muito trabalho e com muita dedicação, tive a possibilidade de viver diversas situações na área de educação que me incentivaram a buscar alternativas para o Ensino de Física aos estudantes de Ensino Médio. Aqueles que abriram as portas para que eu desenvolvesse meu trabalho, me possibilitando tais experiências na área da educação, têm o meu carinho e minha gratidão pela oportunidade.

Minha família observou as minhas ausências e meu distanciamento, mas o esforço e o foco no objetivo tinham a pretensão de chegar a esse fim e felizmente tive a meu lado pessoas que compreenderam essa necessidade de tempo para a realização das tarefas e o trabalho.

Meus amigos, além do apoio e incentivo, também colaboraram ao analisarem essa dissertação e oferecem contribuições com um olhar crítico.

Agradeço enormemente ao Prof. Dr. Ives Solano de Araujo e ao Prof. Dr. Fernando Lang da Silveira pelo apoio, pela confiança no meu trabalho, pelos conselhos, pela atenção dada e por tudo que fizeram por mim durante todo o tempo que estive sob a orientação deles. Afirmo que esse trabalho de mestrado tem como base a confiança desses mestres e dedico esse trabalho a eles, uma vez que em todos os momentos confiaram em mim e me possibilitaram chegar a esse fim.

RESUMO

Neste trabalho, é apresentada uma proposta para o ensino de conceitos de eletricidade para alunos do Ensino Médio através de um projeto sobre o consumo de energia elétrica. Há uma carência nos livros didáticos brasileiros, de Ensino Médio de Física, de uma abordagem dos conceitos de eletricidade de maneira aplicada a situações do cotidiano, relacionando o consumo de energia elétrica à necessidade de economia desse consumo. O referencial teórico está baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na metodologia dos momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti. A aplicação do projeto ocorreu com alunos do Colégio Unificado Centro, na cidade de Porto Alegre, em uma atividade extracurricular com duração de 12 horas-aula, divididas em seis encontros realizados em turno inverso ao turno das aulas. Ao final do trabalho, apresentamos os resultados das atividades desenvolvidas, bem como uma avaliação sobre a proposta e materiais de apoio ao professor que pretenda utilizar esse trabalho com seus educandos. Esse material de apoio é composto dos planos de aula, tabelas e textos que podem ser adaptados às necessidades do professor e dos estudantes. O produto desse trabalho é composto pelo referido material de apoio ao professor que pode ser adaptado ou reproduzido na íntegra para o desenvolvimento de projeto similar em outras escolas.

ABSTRACT

In the present work, a proposal for the teaching of electricity concepts to High School students is presented through a project on domestic electricity consumption. Brazilian High School textbooks on physics lack an applied approach to teaching electricity that relates it to everyday to the need of saving it. This project is based on Ausubel's Meaningful Learning theory and Delizoicov and Angotti's pedagogical moments methodology. The project application occurred with students from the school "Colégio Unificado Centro" (Porto Alegre, Brazil) as a 12-hour extracurricular activity, divided in six afternoon meetings. By the end of the project, we present the results of the activities developed there, as well as an evaluation of the proposal and supporting materials for teachers willing to use this project with his or her pupils. The supporting material is composed of lesson plans, tables and texts, which can be adapted to different teacher-student realities. The product of this work is composed but the aforementioned supporting material, which can be adapted or reproduced entirely for the development of similar projects in other schools.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 ESTUDOS ANTERIORES.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
4 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	21
4.1 AULA 1 : APRESENTAÇÃO DO PROJETO E PROBLEMATIZAÇÃO	22
4.2 AULA 2: AULAS SOBRE FONTES DE ENERGIA (ORGANIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS)	22
4.3 AULA 3: AULA SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (ORGANIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS)	23
4.4 AULA 4: FAZENDO PESQUISA e APRESENTANDO RESULTADOS (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO).....	24
4.5 AULA 5: ANALISANDO RESULTADOS E PESQUISANDO SOLUCÕES (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO).....	25
4.6 AULA 6: APRESENTANDO RESULTADOS (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO)....	25
5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA.....	27
5.1 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 1	27
5.2 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 2.....	31
5.3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 3.....	35
5.4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 4.....	38
5.5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 5.....	42
5.6 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 6.....	47
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	50
7 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICES.....	61
APÊNDICE I.....	62
PLANEJAMENTO DAS AULAS.....	63
APÊNDICE II.....	67
AULA 1 – PLANO DE AULA.....	68
AULA 1 – TESTE DE ANÁLISE DE CIRCUITOS SIMPLES.....	69
AULA 1 - TABELA DE ANÁLISE DE CONSUMO.....	71
AULA 1 - EXPLANAÇÃO ORAL ELETRICIDADE.....	72

AULA 1 - ORIENTAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO FURNAS	76
AULA 1 - TEXTO DE APOIO.....	78
AULA 2 - PLANO DE AULA.....	92
AULA 2 - GUIA DE UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES	93
AULA 2 - PROGRAMA ETIQUETAGEM E GARRAFAS PET	96
AULA 3 - PLANO DE AULA.....	101
AULA 3 - TEXTO DE APOIO.....	102
AULA 3 - EXPLANAÇÃO ORAL ENERGIA.....	113
AULA 4 - PLANO DE AULA.....	117
AULA 4 – PLANO DE AÇÃO E ORIENTAÇÕES.....	122
AULA 4 - GUIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	123
AULA 5 - PLANO DE AULA.....	127
APÊNDICE III.....	128
QUESTIONÁRIO FINAL DO CURSO.....	129
APÊNDICE IV.....	130
AUTORIZAÇÃO.....	131

1 INTRODUÇÃO

Parece ser quase unânime a opinião dos estudantes sobre a Física no Ensino Médio: é uma disciplina difícil, cheia de fórmulas e cálculos, com pouca aplicação no dia a dia e que pouco ou nada servirá para sua vida fora do ambiente escolar. É de se esperar que o estudante que tem essa percepção sobre a Física não terá motivação para seu estudo e, conseqüentemente, não dedicará a mesma atenção que poderia dar a esse conhecimento se realmente quisesse aprendê-lo. É importante salientar também que muitas vezes os estudantes, quando ainda estavam nas séries iniciais (fase dos porquês), tinham muita curiosidade sobre vários temas, mas muitos perderam esse interesse com o passar do tempo. Os motivos para a perda de interesse podem estar na forma como esse conhecimento era repassado. Em alguns casos sem nenhum atrativo, ou às vezes de forma que o aluno não assimilasse a nova informação.

A formação de educandos em nível médio sempre foi um desafio. Os alunos, nessa fase, normalmente estão no auge da adolescência, etapa da vida na qual enfrentam muitas mudanças (tanto na forma de pensar, de se vestir, no seu próprio corpo, entre outras). Não bastasse toda essa excitação causada pela “efervescência hormonal” da adolescência, há outro aspecto que torna ainda mais desafiadora a missão do educador nos dias de hoje: a revolução tecnológica. Como um professor, numa sala de aula clássica (com quadro-negro e giz) pode “concorrer” com todas as tecnologias e informações às quais esses adolescentes estão sujeitos? A internet com “uma enxurrada” de informações “a poucos cliques de distância”, a televisão e outras mídias dão ao aluno a sensação de ser muito bem informado, detendo muito conhecimento, e que sua formação está se desenvolvendo de forma que possa ser considerada satisfatória, uma vez que ele pode, através desses recursos tecnológicos, acessar a qualquer momento os conhecimentos que achar necessário. Essa facilidade de acesso às informações fez a perspectiva do aluno em relação à escola mudar, de maneira que ele sempre queira assimilar o novo conhecimento de forma fácil, simplificada e superficial, assim como faz com seus vídeos, músicas ou amigos na Internet.

De modo geral, os alunos parecem ter a expectativa de encontrar na escola todo o dinamismo das interações sociais com que estão acostumados, oferecidos pelas redes sociais digitais, e o ambiente escolar tradicional está longe de conseguir atendê-los. Muitos professores buscam enfrentar o desafio de modificar sua forma de ensino, fazendo esforços

voltados à dinâmica de sala de aula; entretanto, em diversos casos, isso é feito majoritariamente na base da tentativa e erro, o que pode trazer mais angústias do que soluções. As afirmações precedentes nesse parágrafo sobre alunos e professores têm como base depoimentos pessoais colhidos pelo autor do projeto em corredores de escolas e salas de professores. Esses depoimentos foram obtidos informalmente, seja naquele momento do “cafezinho”, tão tradicional de qualquer escola pública ou particular, seja na sala de aula, conversando com alunos. Neles, é perceptível que tanto professores quanto alunos se manifestem favoravelmente sobre a necessidade de mudança nas práticas de ensino, entretanto a forma como essas propostas são muitas vezes impostas pelas direções das escolas, supervisões, grupos de professores ou por incentivo dos Governos (Federal, Estadual ou Municipal) cria resistência que faz com que os projetos não tenham o aproveitamento adequado, seja pela falta de orientação aos professores, seja pela falta de adequação à realidade do público-alvo.

Dentro desse quadro, observei em minhas vivências profissionais como professor de Física em Escolas de Ensino Médio a realização de projetos em diversas disciplinas para motivar seus alunos. As feiras de ciências desenvolvidas sob o comando dos professores da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Química, Física e Matemática), as feiras literárias, comandadas pelos docentes da área de Linguagens e suas Tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira e Literatura, além do suporte de Filosofia, Sociologia e Artes), visitas a museus, parques, empresas e universidades já fazem parte do cotidiano do educando e proporcionam resultados satisfatórios quando os projetos são bem conduzidos. A maioria dos projetos anteriormente citada demanda o envolvimento de boa parte do grupo docente, necessitam de estruturação por parte da supervisão e direção da Escola e recursos financeiros para custear os projetos, que devem ser subsidiados pela escola ou pelos próprios alunos. Todas essas dificuldades tornam a realização de projetos nas escolas uma atividade desafiadora, muito difícil de ser posta em prática, além de trabalhosa e com possibilidade de insucesso, fazendo muitos grupos escolares não desenvolverem tais atividades ou as desenvolverem esporadicamente. Então, tendo em vista essa necessidade e as dificuldades encontradas na realização, o ensino de modo geral e especificamente o ensino de Física no Ensino Médio demandam adaptações que possam fazer com que o educando se sinta motivado e desafiado à busca do novo conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e competências. Faz-se necessária a apresentação de alternativas aos professores que buscam, de forma empírica, soluções para aperfeiçoarem sua prática escolar e que sejam capazes de

engajar ativamente os alunos em seu próprio aprendizado.

Nossa proposta é implementar, através de uma metodologia de ensino baseado num projeto de investigação do consumo de energia de uma escola de ensino médio a ser desenvolvida junto aos alunos, uma forma alternativa de ensino sobre conceitos de Eletricidade. Ao final desse trabalho, disponibilizaremos um material instrucional composto por textos de apoio ao professor e guias de atividades para os alunos, de modo que possa ser usado em outros contextos de aplicação. O projeto foi desenvolvido com alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Unificado – POA (sede Centro). Como ponto de partida, apresentamos como tema motivador, um problema real que está acontecendo na Escola: o excesso no consumo de energia elétrica.

A execução da proposta didática, desde a apresentação do problema até a resolução final, foi dividida em etapas que passaram pela introdução de conceitos básicos de Física, explicação sobre os procedimentos de aquisição, análise e interpretação de dados. Mais especificamente, conceitos físicos de Eletricidade, tais como: corrente, resistência, resistividade e potência elétricas; bem como noções sobre levantamentos de dados, confecção e interpretação de gráficos, entre outros. Foram trabalhados de modo que os alunos puderam, ao final, gerar um relatório a título de recomendações para a solução do problema, que foi encaminhado à direção da escola.

O propósito de tratar o tema Energia Elétrica a partir do consumo de energia, formas de economizá-la em conjunto com a análise da matriz energética brasileira, está vinculado à intenção de promover junto aos alunos uma visão que englobe os conhecimentos básicos de Física e também fazê-los perceber a sua importância em ambientes não escolares, como em sua própria casa ou trabalho (futuramente). Tal objetivo vai ao encontro dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) (Brasil, 2002, p.1-2):

Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem.

Através do envolvimento do aluno na busca de soluções para problemas que envolvam o excesso de consumo de energia elétrica na Escola, procuramos motivá-lo a aprender e torná-lo mais engajado e preocupado com a questão energética, tão importante para o planeta.

Após a aplicação do projeto, o aluno deverá ser capaz de: a) interpretar e resolver problemas de nível médio que envolvam conceitos como: corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica, energia elétrica consumida; b) estimar o consumo de energia elétrica nos ambientes que decidir analisar, criando tabelas e descrevendo os consumos individuais dos aparelhos e os custos diários e mensais com energia elétrica gerados; c) reconhecer entre os aparelhos elétricos aqueles que consomem mais ou menos energia, analisando o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e decidir sobre a escolha dos aparelhos que devem ou não ser utilizados, substituídos ou comercializados em instalações elétricas; d) Criar planos alternativos aos excessos de consumos de energia, construindo planilhas de custos para substituição de antigos por novos aparelhos e estimar o prazo para que o investimento em novos equipamentos seja recuperado; e) Relacionar as diferentes formas de geração de energia (solar, eólica, termoelétrica, hidrelétrica e outras) com a matriz energética brasileira, demonstrando uma visão crítica quanto às políticas do desenvolvimento e ampliação da matriz energética brasileira e mundial; f) Demonstrar atitudes de conscientização quanto à necessidade de economia de energia elétrica, sendo crítico aos excessos de consumo e tendo uma prática em prol da economia de energia elétrica.

Durante a aplicação da proposta didática foi oferecida aos alunos uma série de materiais como questionário inicial para avaliação do seu conhecimento prévio (conhecimentos sobre conceitos básicos de eletricidade como corrente elétrica, potência elétrica, consumo de energia elétrica), textos de apoio para melhor compreensão da teoria (conceitos básicos de eletricidade e fontes de energia elétrica e a matriz energética brasileira e mundial), roteiros para a realização das atividades de pesquisa do consumo de energia elétrica na escola (criação e tabulação de tabelas de dados, leitura de contas de luz, análise de dados em tabelas, construção de gráficos de consumo de energia), roteiros para realizar atividades em simulações computacionais (orientações como utilizar os programas, guias de atividades) e textos sobre como elaborar relatórios. Esses materiais fazem parte do material de apoio aos professores (produto desse trabalho), com o objetivo de facilitar a tarefa dos professores que queiram desenvolver trabalhos nessa área e que encontram dificuldades na execução de projetos dessa natureza, sendo adaptáveis à realidade dos professores que desenvolverem o projeto a seus alunos.

2 ESTUDOS ANTERIORES

Boa parte dos livros didáticos de Física para o Ensino Médio possui uma abordagem fragmentada sobre o Eletromagnetismo. Tratam de conceitos físicos como corrente elétrica, resistência elétrica, energia elétrica consumida e outros, mas com pouca ou nenhuma contextualização sobre os impactos socioambientais do consumo de energia.

Máximo e Alvarenga (2007 p. 104-191) tratam dos conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, circuitos e outros conceitos e trazem junto a esse material algumas páginas especiais que são chamadas de *Física do cotidiano*, nas quais tratam de temas como choques elétricos e suas consequências, riscos nas instalações elétricas e até tipos de pilhas. Nessa abordagem oferecem aos educandos a possibilidade de compreenderem os perigos de choques elétricos, a necessidade de ter cuidado com as instalações elétricas sob pena de riscos à vida, temas muito importantes do ponto de vista social e para a formação dos mesmos. Entretanto, não abordam o tema consumo de energia elétrica e os problemas do excesso do consumo de energia, o que demonstra uma lacuna no processo de aprendizagem, uma vez que é fundamental para a formação dos alunos terem uma visão crítica e consciente sobre esse tema. Portanto, para aqueles que utilizam esse material didático cabe a disponibilização de um material que relacione o cálculo de energia elétrica à necessidade de consumo de energia, que é uma das abordagens do material de apoio desse trabalho.

Ramalho *et al.* (2007, p. 99-276) apresentam conceitos como Lei das malhas de Kirchhoff e associação de capacitores. Essa abordagem clássica dos conteúdos de eletricidade nos remete aos anos 70 e 80, nos quais a formação técnica sem uma contextualização social era mais importante do que pessoas com consciência crítica capazes de relacionar os conhecimentos científicos à sua realidade social. Os autores mostram ao leitor um modelo de conta de luz, mas, de forma semelhante a Máximo e Alvarenga, não abordam os problemas do consumo de energia elétrica e não discutem formas de economizar energia. Novamente o que se percebe é a carência de uma abordagem que seja integrada ao contexto socioeconômico do aluno, podendo trazer-lhe a sensação de fragmentação dos conteúdos de nível médio, tão rechaçada por todos que defendem a unidade do processo de formação.

Gaspar (2005, p. 442-479) também cita como calcular a energia elétrica, assim como demonstra a conversão das unidades de energia (joule, calorias e quilowatt-hora), mas não traz nenhuma relação entre o consumo de energia elétrica e os benefícios ou malefícios desse

procedimento. Ainda que de maneiras distintas, Hewitt (2002, p. 392-407) faz uma abordagem conceitual sobre os temas de corrente elétrica, fontes de voltagem, resistência elétrica, potência elétrica e circuitos elétricos, porém o tema *consumo de energia elétrica* também não é tratado com maior aprofundamento. Em síntese, nem nos materiais didáticos de Ramalho (2007), nem no material de Gaspar (2005) e no de Hewitt (2002) há orientações de como analisar se aparelhos elétricos são mais ou menos econômicos no que se refere ao consumo de energia elétrica.

Em Curitiba, um grupo de professores (Bernardo; Vianna; Fontoura, 2008) relatou um trabalho realizado com cinco docentes da rede pública estadual do Rio de Janeiro na construção de metodologias de trabalho do conteúdo de energia elétrica na escola pública. Através de um curso de curta duração (quatro encontros de 3 h cada), desenvolvido na cidade do Rio de Janeiro, foi trabalhado o tema Energia Elétrica com o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) através de aulas expositivas, oficinas de pesquisa-ação, além da aplicação de um pré-teste no início dos trabalhos e de um pós-teste ao final, cujos resultados são relatados pelos autores. Tais resultados demonstraram que, após a realização do curso, os professores ampliaram seus conhecimentos sobre o tema Energia Elétrica, possibilitando melhora na qualidade de suas aulas sobre o tema no Ensino Médio, atingindo o objetivo do curso.

Em Barcelona, alguns professores (Hernández; Callella; Esteban, 2000) realizaram um trabalho junto a seus alunos num Instituto de Educação secundária, no qual analisaram o consumo de energia em diversos ambientes da escola (salas de aula, vestiários, banheiros e outros) e após uma análise dos resultados elaboraram um plano para utilização de células fotovoltaicas. Esse trabalho tem certa similaridade com o que foi desenvolvido junto aos alunos do Colégio Unificado, que resultou na elaboração de um relatório completo de alternativas ao consumo de energia elétrica e apresentado à direção do colégio, cujo relato completo é descrito adiante nessa dissertação.

Em Ponta Grossa, professores (Schirlo; Silva; Pinheiro, 2009) realizaram uma série de atividades com alunos da 8ª série do ensino fundamental da rede estadual e dividiram as tarefas em dois momentos: a) os alunos foram levados para o laboratório de informática e pesquisaram sobre o apagão acontecido no Brasil no ano de 2000 e comparando o consumo de energia elétrica de suas casas em três meses daquele ano com o gasto no mês seguinte aos meses analisados, mês no qual o Governo Federal havia solicitado que as famílias reduzissem seus consumos em 20%; b) apresentação aos alunos de uma tabela com o consumo de

diversos equipamentos elétricos que as residências possuem. Após o trabalho, os alunos relataram que estavam impressionados com os impactos do gasto de energia, o quanto desperdiçam de energia elétrica em suas casas e que acharam a atividade muito interessante.

No Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Pacca *et al.* (2003, p. 151-167) apresentam uma pesquisa que realizaram com seus alunos de 1º até 3º ano do ensino médio (cerca de 200 pessoas), sendo que a quase totalidade nada havia aprendido sobre eletricidade, exceto os do 3º ano, que tiveram aulas sobre eletrostática. A pesquisa consistia em solicitar que os alunos desenhassem um átomo e depois disso havia uma discussão sobre o tema. Num outro encontro foi apresentado um experimento com dois fios conectados numa lâmpada e uma pilha de forma que a lâmpada acendesse e em seguida pediam para que os alunos explicassem como acontecia a passagem de corrente elétrica no circuito. Depois da análise das duas atividades, constatou-se que os alunos desenharam modelos para o átomo muito próximos dos modelos didáticos atuais, mas os conceitos de corrente elétrica em nenhum momento foram relacionados com o modelo atômico e as explicações sobre corrente elétrica explicitaram diversas barreiras conceituais.

Moraes (2005), em sua dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS (MPEF), relata “Uma Proposta para o Ensino de Eletrodinâmica” realizada com alunos de Ensino Médio de uma Escola pública da cidade de Rio Pardo-RS. Nesse trabalho, além da utilização do tradicional quadro-negro, foram utilizados recursos como *softwares* de simulações educacionais, experimentos reais com materiais de laboratórios e ambiente virtual de aprendizagem. Através da aplicação de pré e pós-teste, Moraes pode comparar os resultados e concluir que houve evolução significativa quanto à motivação dos alunos para a aprendizagem de Física, como também melhora nos resultados de provas, tendo em vista que antes da aplicação do projeto os alunos apresentavam médias muito baixas nas notas das provas de Física.

Goulart (2008), também em uma dissertação do MPEF, relata o planejamento e a implementação de uma Unidade Temática aplicada no Ensino de Física em uma turma do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas – CEFET-RS. Utilizando a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e os chamados momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti, 2007) foi desenvolvido um trabalho com a temática “Cercas Energizadas” que trata de discutir a problemática associada ao projeto e instalação de cercas elétricas no município de Pelotas. Através do trabalho realizado junto aos alunos, foi

desenvolvido um material instrucional constituído por uma cerca elétrica didática, um texto didático, atividades, guias de experimentos com vídeos, animações interativas e atividades extra visando um aprofundamento no tema. A análise dos dados do trabalho mostrou que grande parte dos alunos alterou suas concepções a respeito das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e praticamente todos os alunos demonstraram uma melhora no rendimento relacionada às explicações sobre o princípio de funcionamento das cercas elétricas e interpretações sobre as leis e normas que regulamentam o assunto.

Em um trabalho desenvolvido com alunos da 6ª série do Ensino Fundamental, Rodrigues (2010) em mais um trabalho do MPEF, desenvolveu o tema Energia através de temas geradores. Dividindo o tema Energia em três módulos (Energia Elétrica, Energia Solar e Energia Eólica), desenvolveu atividades como a montagem de circuitos elétricos, criação de fogões solares com a ajuda dos alunos, reportagens sobre energia eólica e outras atividades. Foi aplicado um questionário para análise das atividades quanto à compreensão das tarefas realizadas, medida da satisfação e ainda pesquisa sobre o material didático utilizado. Os resultados apresentados na dissertação e as conclusões são de que os alunos consideraram a abordagem satisfatória, motivadora e houve evolução nas notas de provas dos alunos. Observamos que diversos trabalhos desenvolvidos com os alunos ofereceram resultados e demonstram que atividades que envolvem os alunos têm resultados satisfatórios e que motivam os alunos a estudar Física.

Dorneles, Araujo e Veit (2006, p. 487-496) fazem uma análise das dificuldades que estudantes universitários do curso de Engenharia da UFRGS apresentam em relação a conceitos de circuitos elétricos e apresentam uma possibilidade de ensinar tais conteúdos com a utilização de simulações do *software* Modellus, melhorando o desempenho dos alunos. Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 27-31) apontam a utilização de simulações computacionais como uma alternativa no ensino de temas como circuitos elétricos, na ausência de experimentos reais, enfatizando que é possível inclusive que as simulações sejam utilizadas em conjunto com experimentos reais quando existentes.

Ricardo e Zylbersztajn (2002, p. 351-370) relatam a dificuldade de implantação dos Parâmetros Nacionais Curriculares num trabalho realizado numa escola da rede Pública de ensino da cidade de Ponta Grossa. Nesse trabalho, entrevistaram professores de Ensino Médio das disciplinas de Física, Química, Matemática e Biologia e funcionários da escola. Nos relatos feitos nas entrevistas, foi descrito o procedimento para a implementação dos PCN's na

escola, que começou com um grupo de professores indo até a cidade de Faxinal do Céu para um curso de capacitação de curta duração (cujo tempo não foi descrito) e em seguida esse grupo se reuniu uma vez por semana, durante 3 meses para leitura e interpretação dos PCN's. Depois desse processo, os professores foram reunidos para a escolha dos temas a serem trabalhados nas diversas disciplinas nas turmas de ensino médio, para que sempre houvesse convergência nos temas trabalhados em sala de aula em torno de um tema gerador. Havia previsão para que periodicamente (pelo menos 1 vez por mês) acontecesse novo encontro para apreciação e análise dos resultados, mas o que se percebeu foi que os professores começaram a abandonar as reuniões e conseqüentemente o projeto. As justificativas deles, relatadas por Ricardo e Zylbersztajn, para os insucessos estão na carência de profissionais (alguns professores davam aula de mais de uma disciplina ao mesmo tempo), dificuldades devido à grande rotatividade de professores (professores com frequência mudam de escola), falta de material didático e os conceitos de competências e habilidades não estavam claros para o grupo que realizava o trabalho. Além disso, relatam também que o material sugerido para a disciplina de Física foi o do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física da Universidade de São Paulo) que acabou abandonado pelos docentes devido à dificuldade que alguns professores sentiram de utilizá-lo, voltando às práticas antigas. Esses relatos comprovam a necessidade da existência de materiais didáticos com estratégias de ação bem definidas, um material de apoio ao professor que seja prático, dinâmico e fácil de ser aplicado em sala de aula, sem exigir grandes recursos materiais de forma que facilitem a atuação do professor e a conquista de resultados satisfatórios em sala de aula. Nosso objetivo é que o material disponibilizado nesse trabalho tenha tais características.

Já na internet, numa rápida procura em sites de buscas, é possível localizar uma infinidade de materiais elaborados por diversas instituições como as companhias distribuidoras de energia elétrica e até mesmo uma cartilha do Governo Federal do ano de 2005 como um "Manual de educação para o consumo sustentável". No entanto, mesmo havendo tantos materiais disponíveis na rede, há poucos relatos de trabalhos realizados junto aos alunos de Ensino Médio no estudo de energia elétrica dando ênfase à conscientização quanto ao excesso de consumo ou realizando atividades de investigação do consumo de energia da própria escola.

Percebemos que os enfoques dos trabalhos são os mais diversos quando se trata da execução de projetos. Alguns voltados diretamente para o professor, outros propondo

possibilidades de formas de desenvolvimento de determinados temas junto aos alunos (realizando experimentos, utilizando simulações com *softwares* computacionais, tratando o tema de forma mais voltada para a realidade do educando) e também trabalhos que tratam da dificuldade da execução desses projetos. A análise de trabalhos como esses é fundamental, uma vez que formam a base de conhecimento desse projeto e suas metodologias e seus resultados norteiam os procedimentos que serão aqui desenvolvidos.

Com base nesses trabalhos analisados, não encontramos o enfoque que será disponibilizado aos educandos para o estudo de eletricidade: conceitos de eletricidade aplicados à análise do consumo de energia elétrica na Escola, permitindo aos alunos determinar quais aparelhos elétricos são mais ou menos consumidores de energia elétrica, as fontes de geração de energia elétrica e uma abordagem da matriz energética brasileira e mundial.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

David Ausubel (1918-2008) aponta que “o fator mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo” (Ausubel, 1978 *apud* Ostermann; Moreira, 1999, p. 45). Por isso, é sempre necessário um período de sondagem para que se averiguem os conhecimentos prévios do educando (denominados *subsunçores*). Para Moreira (2011) a aprendizagem significativa ausubeliana ocorre quando a nova informação ancora-se num *subsunçor*. Entretanto, se durante o processo de sondagem for identificado que não há os *subsunçores* necessários para que o novo conhecimento possa ancorar-se com o objetivo de atingir a aprendizagem significativa ou então os *subsunçores* existentes forem limitados em relação ao que é necessário para que a estrutura cognitiva do educando seja capaz de assimilar o novo conhecimento, será necessário o uso de organizadores prévios, que são materiais apresentados antes do que será aprendido e que servirão de ponte entre aquilo que o aluno sabe e o que ele deverá saber.

O cuidado com o processo de elaboração das atividades é outro aspecto a ser analisado tendo como norte a visão ausubeliana, uma vez que o material deve ser potencialmente significativo, sempre levando em conta os *subsunçores* que o estudante possui. Mesmo com isso, é fundamental que o estudante apresente pré-disposição à aprendizagem significativa, do contrário o aluno poderá, de forma arbitrária, decidir pela não-interação entre o novo conhecimento e seus *subsunçores*, gerando a indesejada aprendizagem mecânica, tão comum nas escolas e um dos reflexos das falhas do nosso sistema educacional.

Moreira (2011, p. 164) afirma que as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa de Ausubel estão na utilização de um material potencialmente significativo e que o aprendiz apresente predisposição para a aprendizagem. A assimilação desses conceitos se dá quando uma nova informação potencialmente significativa se fixa a um conceito *subsunçor* existente na estrutura cognitiva, gerando um produto interacional (*subsunçor* modificado). É importante ainda levar em consideração a diferenciação progressiva, uma vez que é mais simples aos seres humanos captarem aspectos mais diferenciados a partir de um todo do que chegarem ao todo a partir de partes diferenciadas, ou seja, os conceitos mais gerais assumem uma posição hierárquica superior em relação a conceitos menos inclusivos. Já a reconciliação integrativa acontece quando conhecidos conceitos mais e menos inclusivos são diferenciados, de forma a explorar-se a relação entre ideias e diferenças importantes entre os novos conceitos

e os conceitos já existentes na estrutura cognitiva.

Quanto à compreensão da aprendizagem significativa, o papel do professor, para Moreira (1999, p. 160-161), envolve quatro pontos considerados fundamentais:

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos.
2. Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas e estáveis) relevantes a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo.
3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificadamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimento, por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

A fim de que ocorra, de fato, a aprendizagem significativa, o aluno deve acenar a intenção de aprender, dando, para isso, a devida importância ao conteúdo a ser aprendido, e a esse conteúdo devem ser somados significados, valorizando a sua estrutura cognitiva. É importante ter em mente que a aprendizagem significativa ocorre quando o aprendiz é capaz de utilizar o conhecimento em diversas situações, diferente da aprendizagem mecânica, na qual o aprendiz até pode ser capaz de resolver um problema, mas tem limitações quanto ao contexto em que ele ocorre, bem como a sua aplicabilidade nas condições reais no mundo à sua volta. Na apresentação da proposta, adiante nessa dissertação, demonstramos como esses conceitos de Ausubel foram articulados à criação e execução do trabalho.

O desenvolvimento do projeto está embasado nos momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991, p182), que são divididos da seguinte forma:

1. Problematização: ao apresentar situações para a discussão com os alunos durante a aula, pretende-se analisar o conhecimento anterior do aluno e nele despertar a necessidade do novo conhecimento. Portanto, há um aspecto motivacional nesse processo, que Delizoicov (1991 p.182) denominou “Estudo da Realidade”, uma vez que o professor deve estimular o diálogo entre os alunos a fim de que exponham todos os conceitos pré-concebidos sobre o tema.
2. Organização: após o processo de problematização, há a necessidade de organizar os conteúdos junto aos alunos. A maneira de apresentar isso pode

ser através da apresentação dos conteúdos, intercalando com experimentos e listas de testes. Esse processo foi denominado por Delizoicov como “Estudo Científico”.

3. Aplicação do conhecimento: é necessário que o educando relacione às situações do cotidiano o conhecimento científico construído e, a partir dele, seja capaz de resolver problemas. Segundo Delizoicov e Angotti (1990 p.56), “para o exercício pleno da cidadania, um mínimo de formação básica em ciências deve ser desenvolvido, de modo a fornecer instrumentos que possibilitem uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos.”

Os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti proporcionam um espaço para o trabalho dos educandos, coletivamente, favorecendo o surgimento de conflitos ou confrontos de ideias, além da busca de soluções dos mesmos, objetivando a construção (e reconstrução) de saberes sistematizados por parte dos alunos. Essa dinâmica de trabalho permite ao professor organizar os conteúdos, de forma coerente e sequencial, a fim de vislumbrar os objetivos previamente traçados.

No trabalho que foi desenvolvido junto aos alunos do Colégio Unificado, os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti fundamentaram o processo de aplicação do projeto. Para a *problematização inicial*, levamos em consideração aquilo que Delizoicov e Angotti (1998, p.12-13) denominam estudo da realidade, no qual deve-se analisar o contexto dos educandos. A realidade do Colégio Unificado é de excesso de consumo de energia elétrica, por isso a ideia de adotar a resolução desse problema como tema motivador. Esse tema permitiu verificar os conhecimentos anteriores e dar significado à explanação oral sobre conceitos básicos de eletricidade que foi proporcionada aos alunos. Já na *organização dos conhecimentos*, os alunos devem ligar os seus conhecimentos aos conhecimentos ditos científicos e buscamos essa ligação apresentando diversas situações nas quais estes se aplicam: na apresentação das fontes de energia elétrica, na descrição dos selos PROCEL e CONPET, na análise dos aparelhos mais ou menos consumidores de energia elétrica. A *aplicação do conhecimento* acontece na investigação sobre o excesso do consumo de energia elétrica na Escola, análise dos aparelhos elétricos da Escola e na busca da redução do consumo de energia elétrica.

4 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Baseando-se na ideia de que o estudante precisa ser motivado para que se predisponha ao processo de ensino-aprendizagem, o projeto foi desenvolvido de forma que, conforme discutido anteriormente, o aluno fosse desafiado a colaborar na solução de um problema na Escola associado ao consumo de energia elétrica. Para isso, foi encaminhada uma carta pela Direção da Escola na qual foi solicitado ao professor de Física, autor da presente dissertação, auxílio para a investigação das possíveis causas do excesso de consumo de energia, bem como a elaboração de um relatório descrevendo tais problemas e encaminhando possíveis soluções. A proposta didática foi aplicada aos alunos do 3º ano do Colégio Unificado Centro (Av. Alberto Bins, Centro de Porto Alegre – RS), em horário extraclasse, tendo em vista que a carga horária semanal da disciplina de Física é de 4h-aula (nessa carga horária de 4h-aula semanais, o autor dessa dissertação era o professor em 2h-aula e outro professor em 2h-aula). Todos os alunos das duas turmas de 3º ano (turmas 31 e 32) foram convidados a participarem do projeto, em encontros semanais de 2h-aula de duração. A aplicação da proposta ocorreu no dia 26 de março de 2014 e o término foi em 30 de abril de 2014, totalizando 12 horas-aula para sua implementação. Durante a execução do projeto, houve momentos no qual os alunos fizeram estimativas do consumo de energia elétrica na Escola (baseando-se nas potências elétricas dos aparelhos e nos tempos de permanência ligados diariamente), entrevistas com funcionários da Escola e desenvolvimento de relatórios. Tais atividades foram feitas em horários alternativos, ou seja, não estão considerados dentro da carga-horária de 12 horas-aula.

No desenvolvimento das tarefas, foi tomada como base a abordagem dos três momentos pedagógicos proposta por Delizoicov e Angotti (2007), tendo em vista que os alunos vêm de uma realidade na qual a ciência e os fenômenos físicos são vistos com distanciamento, cheios de mitos e desinteresse.

Nos três momentos pedagógicos temos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Tais processos vão ao encontro da aprendizagem significativa de Ausubel (na averiguação da existência de subsunçores, elaboração de materiais possivelmente significativos, até a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa).

Um quadro-resumo das atividades desenvolvidas na aplicação da proposta didática (tabela 1):

CRONOGRAMA DO TRABALHO	
AULA 1 - Apresentação do projeto e problematização inicial	- Problematização inicial; - Sondagem; - Explicação oral eletricidade.
AULA 2 - Fontes de energia	- Estudo fontes de energia elétrica; - Matriz energética brasileira e mundial
AULA 3 – Eficiência energética	- Simuladores do cálculo de energia elétrica - Selos CONPET e PROCEL - Sites Eletrobrás e INMETRO
Aula 4 – aplicação do conhecimento	- Visita às instalações do Colégio para coleta de dados
Aula 5 - análise dos resultados	- Discussão sobre dados coletados e levantamento de soluções para o problema
Aula 6 - Divulgação dos resultados	- Alunos apresentam resultados à Direção

Tabela 1: quadro-resumo do desenvolvimento da proposta didática

4.1 AULA 1: APRESENTAÇÃO DO PROJETO E PROBLEMATIZAÇÃO

Indo ao encontro das ideias de Ausubel, no momento inicial faz-se necessária a identificação do conhecimento prévio dos alunos, ou seja, os *subsunçores* que eles possuem sobre o tema energia elétrica. Esse diagnóstico é muito importante, pois toda a estratégia é baseada nesses conhecimentos iniciais. Quando é detectado que o educando não possui os *subsunçores* sobre o tema e que o material já confeccionado para ser apresentado aos alunos não é potencialmente significativo, é necessário criar outros materiais ou realizar atividades que sirvam como um degrau entre o conhecimento do educando e o material elaborado. Então, essa etapa foi concretizada com o auxílio de um questionário sobre os conhecimentos dos alunos sobre o tema consumo de energia elétrica, acompanhado por um “bate-papo” inicial para apresentação do projeto e através desse diálogo comecei a trazer situações do cotidiano que: a) envolviam o problema do excesso do consumo de energia e b) os conceitos que os alunos tinham sobre voltagem, corrente elétrica, potência elétrica. Nesse encontro, foi fundamental a interação com os alunos. Após o diálogo inicial foi apresentada uma tabela e solicitei que relacionassem alguns aparelhos elétricos que eles identificavam na escola e uma estimativa (em percentual) do quanto cada aparelho representa no consumo total de energia elétrica da Escola.

Com base nos resultados da problematização, abordei conceitos básicos de eletricidade,

tais como corrente elétrica, potencial elétrico, lei de Ohm, energia consumida, potência elétrica, cálculo de energia elétrica consumida, em breve exposição oral (~20min) seguida por atividades que foram realizadas pelos estudantes em pequenos grupos. Essas atividades envolveram o uso de simulações computacionais de ensino de Física, leitura de texto de apoio e responder questionário sobre o texto e acesso aos *sites* com simuladores de consumos de energia elétrica. Para orientar os trabalhos, foram produzidos textos de apoio para utilização nas aulas e guias para o uso de simulações dos *softwares* *Modellus* e do PHET – sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física.

4.2 AULA 2 : AULAS SOBRE FONTES DE ENERGIA (ORGANIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS)

Para que se tenha uma visão mais responsável sobre a necessidade da redução de consumo de energia, é fundamental que se conheça o impacto ambiental que o excesso do uso de energia gera, uma vez que está diretamente relacionado à produção de energia (para atender à demanda de consumo). Por isso, o processo de produção de energia deve ser conhecido, bem como a composição da matriz energética e a tendência mundial de alternativas de produção energética. Então, os alunos foram orientados a fazerem uma pesquisa prévia na internet sobre o tema e foi distribuído um texto de apoio aos estudantes. Discutimos nessa etapa, entre outros tópicos, a conversão de biomassa em energia elétrica; o funcionamento de usinas hidrelétricas e termoelétricas; energia solar; energia nuclear; energia eólica. Também foi feita uma comparação da matriz energética do Brasil com a matriz mundial.

Nessa aula, começamos com um questionamento aos alunos sobre suas pesquisas (o que eles leram na internet sobre o tema energia) e em seguida houve uma exposição oral (~20min). Depois, distribuído aos alunos um texto de apoio com o tema formas de energia com um questionário a foi respondido em grupos após discussão (de cada grupo) sobre o texto.

4.3 AULA 3 : AULA SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (ORGANIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS)

Nesta etapa, os alunos já estavam mais familiarizados com a matriz energética brasileira e mundial e tinham noções sobre as formas de consumo de energia e como calculá-lo. Chegamos ao momento no qual o aluno se espera que o aluno seja capaz de identificar os equipamentos que são mais ou menos consumidores de energia, ser capaz de escolher aqueles que julgarem ideais para utilização nos sistemas elétricos que criar e ainda buscar alternativas quando as opções apresentadas não são satisfatórias.

Essa aula foi realizada no laboratório de informática da escola (ou poderia ter sido realizado em sala de aula com um projetor multimídia caso o laboratório não estivesse disponível). Comecei com uma exposição oral, apresentando *sites* com simulações do consumo de energia, analisando o consumo de cada aparelho, o custo de cada um com energia elétrica e criando tabelas com esses dados. Os alunos realizaram uma atividade com os simuladores e para tanto receberam um guia de atividades. Em seguida, foram fornecidos dois materiais: a) um texto a respeito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), bem como o selo do Programa Nacional de Racionalização do Uso de Petróleo e do Gás Natural (CONPET). b) um texto baseado no trabalho de Basso e Rocha (2001) desfazendo o mito de que garrafas de água colocadas sobre contadores residenciais de energia elétrica podem resultar em economia de energia. Ainda nessa aula, depois da leitura dos materiais de apoio, foram acessados os *sites* desses programas e também o *site* do INMETRO.

4.4 AULA 4 : FAZENDO PESQUISA e APRESENTANDO RESULTADOS (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO)

Tendo em vista que nessa etapa os alunos já tinham conceitos de eletricidade mais fundamentados, foi o momento de pesquisar as possíveis causas do excesso de consumo de energia na escola. Para isso foi necessário elaborar junto com os alunos um plano de ação que passasse pela elaboração de hipóteses, cronograma de coleta de dados, análise dos dados e conclusões sobre o tema.

Esse foi o momento no qual eles, sob a orientação e acompanhamento do professor, fizeram uma série de coleta de dados na Escola. Foram analisar as potências de cada equipamento elétrico (lâmpadas, microfones, aparelhos de ar condicionado,...) além de outros aspectos como posicionamento, tempo de permanência ligados diariamente, necessidade de consumo daquele local. Para isso, a investigação contou com aparelhos de medição (multímetros) e questionários (que foi ser respondido pelo funcionário da Escola).

No início da aula os alunos foram divididos em grupos para realização da pesquisa na Escola. Receberam tabelas para preenchimento e foram levados aos diversos setores da escola para conhecerem as instalações, fizeram o preenchimento inicial das tabelas (colocando os aparelhos que seriam analisados e suas potências), foram orientados sobre procedimentos de estimativa dos consumos de energia, cronograma de pesquisa e identificados para os funcionários responsáveis pelo espaço escolar. No retorno à sala de aula, fiz uma exposição a respeito do tratamento dos dados coletados (validade, coerência, significado físico) e elaboração do relatório diário (junto à exposição foi fornecido um material de apoio).

4.5 AULA 5 (5º encontro com 2 horas-aula): ANALISANDO RESULTADOS E PESQUISANDO SOLUCÕES (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO)

Com o processo de coleta de dados concluído e os relatórios semanais feitos pelos alunos, cabe uma discussão a respeito dos resultados encontrados, com o objetivo de verificar suas possíveis dificuldades conceituais e explicitar os possíveis excessos de consumo de energia na Escola. Identificados os aparelhos responsáveis pelos maiores consumos de energia, fez-se necessário questionar os alunos sobre possíveis soluções, disponibilizando um tempo para que eles pudessem discutir alternativas. Após a discussão, os alunos receberam orientação a realizarem pesquisas na internet e nas lojas de equipamentos elétricos (em frente à Escola), receberam orientação para solicitação de orçamentos nas lojas e a respeito da elaboração do projeto final.

4.6 AULA 6: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO)

Os alunos fizeram pequenas explanações para seus colegas sobre o projeto final e depois houve uma exposição com o objetivo de sanar as dúvidas e dar um parecer sobre o que foi apresentado por eles. Nessa última aula esteve presente a direção da Escola, para que os alunos apresentassem seu relatório e possíveis soluções. Ao término da aula, foi entregue pelos educandos o relatório final que poderá auxiliar (ou auxiliou) num plano de ação da direção da Escola para solução ao problema do excesso do consumo de energia elétrica.

Em cada etapa do trabalho, desde a AULA 1 até a AULA 6, foi acompanhado o desempenho do aluno e avaliada a necessidade de proposta de atividades extras. Na AULA 1, o acompanhamento se deu através do questionário inicial e do questionário que acompanham texto de apoio sobre conceitos básicos de eletricidade. Na AULA 2, os depoimentos sobre suas pesquisas na internet, sobre formas de energia e as respostas dos questionários contidas no material de apoio. Na AULA 3, ocorreu através do acompanhamento da realização da atividade de preenchimento da tabela dos aparelhos elétricos e consumos de energia através dos *sites*. A partir da AULA 4, na qual os alunos estavam fazendo a pesquisa na escola, foram solicitados relatórios parciais para acompanhamento do desenvolvimento das atividades. Tais relatórios continham as bases dos dados que foram utilizados para a elaboração do relatório final. Além disso, foram feitos questionamentos frequentes sobre a evolução das pesquisas (durante toda a semana, quando encontrava os alunos no turno da manhã – turno das demais aulas). Com esse processo de acompanhamento, foi possível avaliar durante todo o curso a evolução do aluno e corrigir erros conceituais que surgirem durante a aplicação. Portanto, a diferenciação progressiva aconteceu, uma vez que foi apresentado um conceito geral que é o excesso do consumo de energia elétrica na escola (problema inicial) e o aluno precisou ter conhecimento sobre diferentes conceitos para ser capaz de solucionar a situação-problema. Já a reconciliação integrativa se deu através da elaboração de relatórios parciais e o relatório final.

Uma vez que o presente trabalho pretende proporcionar a outros professores a possibilidade da reprodução (total ou parcial) dessa atividade em suas salas de aula, os planos de aula, bem como o cronograma, os recursos didáticos necessários e os materiais de apoio utilizados foram incluídos nos apêndices.

5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Como já foi descrita na Apresentação da Proposta, a aplicação ocorreu nos meses de março e abril do ano de 2014, no Colégio Unificado Centro, em Porto Alegre, RS. Foram seis encontros com 2 horas-aula cada, totalizando 12 hora-aula.

Nessa etapa da dissertação, passamos a relatar como foi o desenvolvimento da aplicação da proposta didática. Os texto de apoio, guias e demais materiais citados ao longo da descrição das atividades estão disponíveis nos apêndices dessa dissertação (Apêndices I até IV).

5.1 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 1

Na semana que antecedeu ao curso, fui até o colégio e convidei os alunos das duas turmas do 3º ano do ensino médio (cerca de 50) do Colégio Unificado Centro para participarem do projeto. Na manhã do dia do início do curso (dia 26 de março de 2014) verifiquei que havia 14 alunos inscritos. Para a Aula 1, tive a presença de 10 alunos. A idade dos alunos variava entre 15 e 17 anos, faixa etária comumente encontrada nos terceiros anos do ensino médio. Cabe salientar que os responsáveis pelos alunos forneceram autorização de uso das imagens que acompanham o relato das aulas e que serão apresentadas na sequência desse trabalho, conforme modelo apresentado no Apêndice IV desse trabalho.

Comecei a aula abordando a necessidade de economia de energia elétrica, uma vez que o assunto da crise energética brasileira esteve muito presente na mídia brasileira, tendo em vista que diversos estados brasileiros enfrentaram longos períodos de escassez de chuvas nesse período do ano e conseqüentemente houve uma baixa nos reservatórios de água das hidrelétricas do país.

Em seguida, solicitei aos alunos que respondessem às questões do texto “TESTE SOBRE ANÁLISE DE CIRCUITO SIMPLES.pdf” (Figura 1). O TESTE está disponível nas páginas 68 e 69 dessa dissertação.



Figura 1: alunos respondendo as questões do teste de análise de circuito simples.

Ao começarem a ler o teste, alguns afirmaram não conhecer os conceitos de eletricidade e que não sabiam resolver circuitos simples. Disse aos alunos que o objetivo da atividade era averiguar o conhecimento anterior deles antes do início dos aprendizados do curso e que se eles não soubessem responder alguma questão não haveria problemas. Saliento que o objetivo da aplicação do teste de circuitos elétricos simples foi averiguar o conhecimento prévio dos educandos sobre os conceitos de corrente elétrica, a fim de elaborar materiais potencialmente significativos sobre consumo de energia elétrica, como proposto por Ausubel (Ausubel, 1978 *apud* Ostermann; Moreira, 1999, p. 45). Não fez parte dos objetivos do presente teste aprofundar a discussão sobre circuitos elétricos. Passado alguns minutos desde o início da aplicação do teste, corriji as questões utilizando o simulador do PHET¹, mostrando as situações apresentadas nas perguntas com o simulador e ouvindo as respostas deles e o porquê de suas respostas para cada questão (Figura 2).

¹ Simulações do PHET disponível em <http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>.



Figura 2: Resolução das questões do teste sobre circuitos elétricos simples com o uso do simulador do PHET.

Nesse momento de perguntas, os alunos me questionaram sobre o sentido da corrente elétrica, sobre o conceito de corrente elétrica, a função de um resistor num circuito elétrico, o curto circuito e a função de uma chave elétrica (interruptor) num circuito.

Depois da correção, enfatizei aos educandos a necessidade de conhecermos de maneira mais profunda os conceitos de eletrodinâmica que até ali abordara de forma superficial e relacionei a análise de circuitos elétricos e seus elementos ao consumo de energia elétrica. Então, solicitei aos alunos que preenchessem a tabela “TABELA DE ANÁLISE DE CONSUMO.pdf” (p.70) com os aparelhos que eles consideram que consomem mais energia elétrica na casa deles, colocando o aparelho, estimando suas potências e o tempo de permanência ligado diariamente. Muitos alunos relataram não serem capazes de estimar a potência dos aparelhos elétricos de uma residência e aproveitei para comentar que essa falta de capacidade de estimar a potência (ou essa falta de conhecimento sobre a potência dos aparelhos) pode ser um dos motivos pelo qual muitas pessoas não se preocupam com a economia de energia elétrica, simplesmente por não saberem o quanto isso custa. Após o preenchimento da tabela, alguns alunos relataram estar impressionados com o alto custo e alto consumo de energia elétrica para a manutenção de aparelhos elétricos ligados. Para o preenchimento dos demais itens da tabela orientei os alunos, agilizando o preenchimento (Figura 3).



Figura 3: Orientação para preenchimento da tabela de análise de consumo de energia elétrica.

Terminada a etapa de preenchimento das tabelas, iniciei a explanação oral sobre os conceitos (Figura 4), utilizando o projetor multimídia, o *software PowerPoint* e o arquivo “AULA 1 – APRESENTAÇÃO DOS CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA.pdf” (p. 71-74). Durante a explanação, os alunos começaram a fazer diversas perguntas, entre elas sobre materiais isolantes e condutores, a corrente elétrica, o que é o choque elétrico, a potência de alguns aparelhos elétricos. Com isso, percebi que o tempo destinado para a explanação oral no plano de aula (25 minutos) não foi suficiente, uma vez que acabou consumindo cerca de 40 minutos e talvez pudesse até ter se estendido mais.



Figura 4: Explicação oral sobre conceitos de eletrodinâmica.

Depois da explicação oral, voltei a trabalhar com as tabelas de consumo de energia elétrica que haviam sido preenchidas anteriormente e alguns alunos perceberam e relataram que suas tabelas estavam erradas, pois durante o preenchimento (no início da aula) estimaram valores para a potência dos aparelhos muito diferentes dos valores reais e prováveis para os aparelhos elétricos das casas deles.

Então, entreguei aos alunos o texto “Orientação para utilização do aplicativo Furnas.pdf” (p. 75-76) e solicitei que utilizassem seus *smartphones* para baixar o aplicativo em casa e procurassem utilizá-lo. Como esse momento da aula já estava atrasado em relação ao cronograma previsto para a aula, não tive tempo para pedir que os alunos baixassem o aplicativo ainda na aula, o que seria interessante para que eu pudesse orientá-los, mas disse que na aula seguinte (Aula 2) eu iria retomar o tema da instalação (caso alguém não tivesse conseguido instalar) e esclarecer dúvidas sobre a utilização. Distribuí também o “TEXTO DE APOIO – AULA 1.pdf” (p. 77-90) e comentei brevemente que este texto contém um material mais explicativo sobre os temas que abordei de forma sucinta na explicação oral. Pedi que lessem o texto em casa e que respondessem aos questionários ali contidos.

5.2 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 2

A Aula 2 ocorreu no dia 02 de abril de 2014, das 14h até 16h. Nesse dia, contamos com a presença de oito alunos daqueles 14 inicialmente inscritos para o curso.

A aula iniciou com um bate-papo sobre o texto de apoio (TEXTO DE APOIO – AULA 1.pdf), a fim de verificar as resoluções dos questionários existentes nesse material. Porém, percebi logo nas primeiras respostas (relacionadas aos conceitos de corrente elétrica – página 4 do texto de apoio) que eles não haviam compreendido satisfatoriamente os conceitos de corrente elétrica e o significado da unidade *ampère*. Observei também que havia alunos que não tinham lido o material e então decidi fazer uma abordagem um pouco mais explicativa, retomando os conceitos que já havia apontado na explicação oral da aula anterior (Aula 1). Entretanto, desta vez fui resolvendo as questões do texto com a participação deles (fui respondendo às questões junto aos alunos, pedindo sua participação durante a resolução na lousa). Em seguida, abordei novamente os conceitos de resistência elétrica e, ao iniciar os

conceitos de energia elétrica, um aluno relatou que “*ao ver a página de energia elétrica cheia de fórmulas, acabou desistindo da leitura do texto*”. Diante de tal declaração, cogitei a hipótese de que o trecho do material ao qual ele se referiu não fosse suficientemente explicativo, ou seja, não fosse potencialmente significativo. Sendo assim, decidi apresentar os conceitos de eletricidade, explanando e usando a lousa, com a intenção de demonstrar que a energia elétrica está relacionada ao trabalho elétrico que o campo elétrico realiza sobre cada carga elétrica para que esta seja transferida entre dois pontos de potenciais diferentes numa região de um campo elétrico. Tratei novamente o conceito de potência elétrica e a importância de relacionar a potência de um aparelho ao seu consumo de energia. Discuti também o consumo de energia elétrica residencial, sempre alternando a resolução das questões propostas no material de apoio com breves explicações. Notei que pelo menos metade dos alunos presentes não leu todo o material. Questionei se o texto era difícil ou incompreensível, mas afirmaram que o principal motivo para não concluírem a leitura foi pelo fato de ser muito extenso. Salientei ao grupo a importância de saber ler um material, relacionar conceitos e a necessidade de ser autodidata. Depois desse momento de resolução e explicações, alguns alunos comentaram que a retomada dos conceitos contribuiu para esclarecer dúvidas que surgiram com a leitura.

Com isso, o bate-papo sobre o material de apoio que tinha previsão de acontecer em 20 min, acabou consumindo 45 min do tempo da aula. Então, perguntei sobre a utilização do aplicativo FURNAS² e cinco dos oito alunos presentes haviam baixado o aplicativo. Disseram que o aplicativo foi facilmente instalado, é bem simples de ser utilizado e dois alunos afirmaram que cadastraram uma série de aparelhos de suas residências para acompanhar o consumo de energia e o relatório fornecido pelo aplicativo. Esses relatos sobre a instalação e utilização do aplicativo aconteceram por cerca de 10 minutos da aula.

Passada a etapa de análise da aula anterior, convidei-os para nos dirigirmos até a sala de informática do colégio para a utilização dos aplicativos das companhias elétricas. A sala dispunha de oito computadores, dos quais apenas quatro estavam funcionando normalmente e puderam ser utilizados. Sentaram-se em duplas para realizar a atividade. Distribuí o roteiro de utilização dos simuladores (AULA 2 - GUIA DE UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES.pdf) (p. 92-94) e os alunos começaram a trabalhar (Figura 5).

² O aplicativo Furnas é gratuito e está disponível para o *iOS*² e *Android*² (plataformas de sistemas operacionais).
DISPONÍVEL EM: <https://itunes.apple.com/br/app/casa-virtual-furnas/id616310318?mt=8>
DISPONÍVEL EM: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.hdntecnologia.casavirtual>

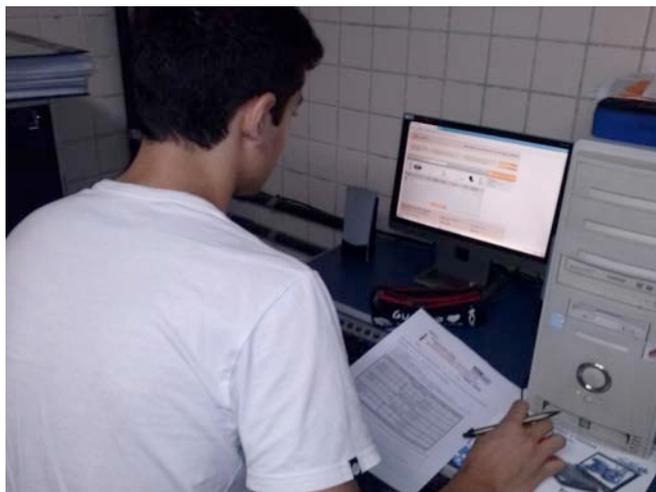


Figura 5: Aluno com o GUIA DE UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES acessando o simulador COPEL trabalhando no laboratório de informática com os simuladores.

Durante a realização da tarefa com o simulador da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL)³, houve poucos questionamentos por parte dos alunos, todos conseguiram preencher facilmente as tabelas, sem maiores questionamentos. Ficou evidente que a atividade colaborou para a interação entre eles. Mesmo aqueles alunos que não se conheciam (havia alunos de duas turmas do colégio e algumas duplas que se formaram no laboratório nunca haviam conversado entre si), pois ao longo da atividade mostraram-se mais animados e participativos do que no início da utilização dos simuladores (Figura 6).



³ Simulador da Companhia Paranaense de Energia Elétrica disponível em www.copel.com/hpcopel/simulador/; Acesso em 12 de junho de 2014.

Figura 6: Alunos trabalhando no laboratório de informática com os simuladores.

Em seguida, solicitei que realizassem o preenchimento da segunda página do roteiro, com a utilização do simulador da companhia Furnas⁴. Acharam muito divertido poder escolher um personagem para representá-los e poder colocar o próprio nome no simulador. Ao utilizar o simulador, houve um questionamento sobre a escrita do valor do custo de 1 kWh de energia, que é solicitado no início do simulador (lá está escrito que o usuário deve digitar “0,30” (R\$ 0,30) como “0.30” e não com o uso de vírgulas). Salientaram também que as dicas de economia que aparecem durante a utilização do simulador são muito interessantes e de modo geral consideraram o simulador de fácil utilização e que até crianças poderiam utilizar (Figura 7).

Por último, foi solicitado ao grupo que utilizassem o simulador da Companhia Estadual (do Estado do Rio Grande do Sul) de Energia Elétrica (CEEE)⁵. Os alunos relataram que esse simulador é mais limitado do que os anteriores, sem muitos atrativos, mas mais objetivo na utilização (os outros simuladores exigiam a inserção dos diversos aparelhos nos cômodos ou ambientes da casa, diferente do simulador da CEEE em que a lista dos aparelhos estava numa única página). Observaram também que esse simulador, bem como os outros, tem limitações quanto ao número de aparelhos extras que podem ser inseridos: “*nesse simulador, se não está na lista que a CEEE propõe, só podem ser inseridos três aparelhos extras*”.

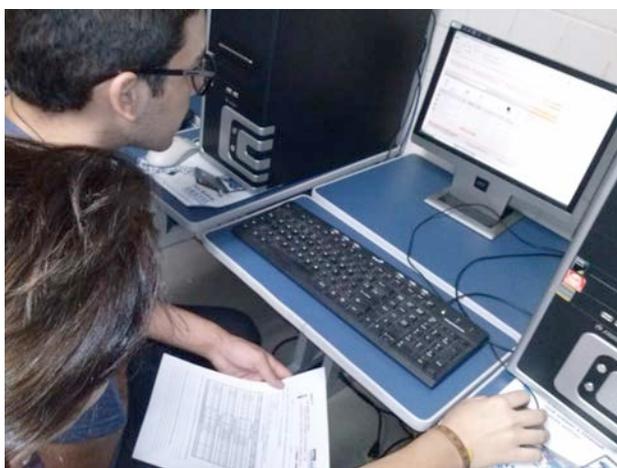


Figura 7: alunos utilizando o simulador da companhia FURNAS.

Como o objetivo principal da atividade era mostrar aos alunos o cálculo do consumo

⁴ Simulador da Companhia Furnas disponível em www.furnas.com.br/simulador/index.htm; Acesso em 12 de junho de 2014.

⁵ Simulador da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) disponível em <http://www.cee.com.br/pportal/cee/component/controller.aspx?cc=1221>. Acesso em 12 de junho de 2014.

energia elétrica e que a partir dessa análise comessem a ter noção dos gastos de cada aparelho, acredito que a atividade foi muito bem sucedida tendo em vista que ouvi muitos comentários dos alunos relacionando os valores encontrados com a utilização dos simuladores com suas atitudes no dia a dia e seus gastos reais com energia elétrica. Ao final da aula, pediram para levar as tabelas para casa, com o objetivo de conferir os preenchimentos e responder às questões existentes no guia. Tendo em vista que o horário já havia excedido o tempo da aula, entreguei o material de apoio (AULA 2 – PROGRAMA ETIQUETAGEM E GARRAFAS PET.pdf) (p. 95 – 99) e pedi que lessem para a próxima aula, pois começaria o encontro seguinte comentando esse material. Pedi os contatos dos alunos no *site* de relacionamento Facebook (www.facebook.com), pois combinei entrar em contato com eles na rede social para acompanhar as atividades que estavam realizando. Havia previsão para a Aula 2 de solicitar que pesquisassem na internet sobre as diversas formas de energia, mas optei por fazer a explanação na Aula 3 e, depois, solicitar a pesquisa.

5.3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 3

A Aula 3 aconteceu no dia 09 de abril de 2014, das 14h até 15h45min. Nessa aula compareceram nove alunos e um dos meus orientadores de mestrado, que permaneceu durante toda a aula sem fazer intervenções, somente observando o trabalho.

A aula teve início com uma breve retomada sobre os tópicos que já haviam sido trabalhados no curso: análise de circuitos elétricos, a explanação dos conceitos de eletrodinâmica como corrente elétrica, resistência, energia e potência elétrica (conteúdos trabalhados na Aula 1) e o cálculo do consumo de energia elétrica e a utilização de simuladores do cálculo do consumo de energia elétrica (conteúdo da Aula 2). Fazendo uma ligação com esses temas já abordados, iniciei a explanação sobre o tema matriz energética brasileira e entreguei o texto de apoio (TEXTO DE APOIO – AULA 3 – ENERGIA.pdf) (p.101 – 111) para que os alunos lessem e posteriormente fizessem uma discussão sobre o tema. No momento da entrega do material, orientei que para um melhor rendimento na leitura, talvez pudessem ir fazendo breves anotações para cada parágrafo lido ou ir marcando aqueles tópicos do texto que considerassem mais importantes. Após cerca de 10 minutos de leitura, percebi que alguns deles começaram a perder o foco da leitura ao tentarem ler o texto completo de uma só vez. Por isso, indiquei aos alunos que lessem por partes, e intercalei as

leituras com discussão dos tópicos, dividindo o material em três etapas de leitura.

Na primeira intervenção após a leitura, utilizamos o projetor multimídia, um computador com *PowerPoint* e o arquivo AULA 3 – ENERGIA.ppt (p. 112-115). Foi tratada a geração e distribuição de energia elétrica e os alunos questionaram sobre a necessidade de elevar a tensão da energia gerada nas usinas para a distribuição para reduzir a resistência elétrica. Em seguida, tratamos das usinas hidrelétricas e seus impactos ambientais. Uma aluna questionou sobre os impactos ambientais e sobre a Usina de Belo Monte, que tem previsão de inauguração para fevereiro de 2015, tema sobre o qual o texto apresentado não havia muitos detalhes e que pareceu necessitar ampliação. Além das hidrelétricas, tratamos também das termelétricas e sobre os custos de geração de energia, inclusive comentando que atualmente o governo brasileiro, através do Ministério de Minas e Energia, tem tratado desse assunto dos altos custos de geração de energia elétrica através de termelétricas, explicando o aumento na tarifa de energia elétrica devido à utilização de termelétricas. Depois disso, foi solicitado que retomassem à leitura do texto (Figura 8). Na sequência, fiz também uma consideração de que a maioria das formas de geração de energia elétrica (hidrelétrica, termelétrica, eólica, nuclear) usam o mesmo princípio de geração através da transformação da energia cinética da turbina em energia elétrica no gerador.



Figura 8: Alunos lendo o material de apoio sobre energia.

No segundo momento de análise do texto pós-leitura, utilizei os simuladores do *PHET* (*Energy Forms and Changes* e Gerador Elétrico⁶), mostrando de forma simplificada o funcionamento de um gerador elétrico e a conversão das diferentes formas de energia, princípio básico de funcionamento das usinas. Analisamos as usinas nucleares, citando os acidentes de Fukushima e Chernobyl, e os impactos ambientais dos lixos radioativos dessas usinas. Na sequência, tratamos dos parques eólicos, o crescimento na matriz energética brasileira e os novos parques eólicos que têm sido instalados no litoral gaúcho (ampliação do parque eólico de Torres e o novo parque eólico da praia do Pinhal). Houve o questionamento de uma aluna sobre o porquê de a energia eólica não ser mais utilizada no Brasil, pois ela considera que dentre as formas de geração de energia é a que produz menor impacto ambiental. Depois, foi abordado o tema da energia solar e enfatizado que, em relação às outras formas de geração de energia elétrica, é diferente uma vez que a energia das ondas eletromagnéticas é captada por painéis solares e transformada sem a utilização de turbinas, assim como as vantagens e desvantagens da utilização da energia solar. Em seguida, solicitei mais um momento de leitura do texto de apoio (Figura 9).



Figura 9: Alunos retornam ao procedimento de leitura.

⁶Simulações do PHET disponíveis em <http://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-forms-and-changes> e em <http://phet.colorado.edu/en/simulation/generator>. Acesso em 12 de junho de 2014.

Na terceira intervenção, foi feita uma análise dos dados das tabelas do texto de apoio, tratando do custo das diferentes formas de geração de energia, a matriz energética brasileira e a seu processo de diversificação, as diferenças entre a matriz energética brasileira e a matriz energética mundial e os rumos que as políticas de desenvolvimento de energia no Brasil e no mundo têm e terão em relação ao desenvolvimento econômico e aos impactos ambientais.

Terminado o momento de análise do texto, havia previsão para que os alunos resolvessem os testes existentes no texto de apoio, mas não houve tempo para isso, uma vez que já se aproximava das 15h50min, horário de previsão de término da aula. Solicitei que resolvessem as questões em casa e que na aula seguinte discutiríamos as respostas.

5.4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 4

A Aula 4 ocorreu dia 16 de abril de 2014, das 14h até 15h45min. Nessa, compareceram oito alunos. Iniciamos com um momento para retomar os temas da aula anterior. Como tinha sido tratado o tema da geração de energia, havia ficado um questionamento sobre a usina de Belo Monte, no estado do Pará, que tratei apresentando alguns dados coletados do *site* do Ministério de Minas e Energia. Também apresentei dados sobre o preço da geração de energia elétrica através de termelétricas comparadas à energia gerada por hidrelétricas e outras fontes geradoras, dados que já foram acrescentados na versão final do texto de apoio apresentado nessa dissertação. Ainda com relação à aula anterior, foram discutidas as respostas do questionário do texto de apoio proposto e os alunos apresentaram respostas corretas para as questões. Consideraram o questionário fácil.

Depois da retomada dos temas da aula anterior, iniciamos um bate-papo sobre o consumo de energia elétrica no colégio Unificado. Nesse momento, discutimos sobre o consumo de energia elétrica dos aparelhos do colégio e questionei os alunos sobre quais os aparelhos que eles imaginavam ser os maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica no colégio e como respostas obtive: aparelho de ar condicionado (o aparelho maior consumidor), lâmpadas (segundo aparelho mais consumidor), computadores (3°), sistemas de som (4°). Foi muito interessante ver que os alunos debateram de forma intensa e com boa participação mesmo daqueles que no início de nossos trabalhos ainda ficavam um pouco

receosos de falar para os demais colegas. Acredito que essa mudança de comportamento seja um reflexo da maior segurança sobre o tema e que foi conquistada ao longo do curso.

Passada a etapa de discussões e levantamento de hipóteses, passamos para a atividade que consistia em percorrer todos os ambientes da sede do Colégio Unificado para verificar a estrutura do Colégio e os diversos pontos de consumo de energia elétrica. Antes de sair, entreguei as tabelas (arquivos: AULA 4 – PLANO DE AÇÃO – ORIENTAÇÕES/PLANILHA DE COLETA DE DADOS/PLANTA BAIXA E TABELAS) (p. 117-121) e orientei sobre os procedimentos para preenchê-las. Previamente (na semana anterior à aula), foi feita a solicitação para a direção do colégio para que pudessemos visitar os diversos ambientes (salas de aula, laboratório, biblioteca, central de matrículas e todas as demais dependências da sede). Na Figura 10, o início da visita.



Figura 10: Visita a uma das salas de aula do Unificado.

Para ajudar no trabalho, contamos como apoio de um funcionário do colégio que colaborou com a medição dos ambientes (comprimento, largura e altura) e fornecimento de informações sobre a estimativa dos tempos de permanência e de utilização dos aparelhos elétricos, diária e mensalmente (Figura 11). No início da visita, fomos nas salas de aula (algumas delas têm capacidade para até 300 alunos – veja Figura 12) e por serem ambientes com consumo muito significativo de energia elétrica em relação ao consumo total de energia

elétrica no colégio (por conter diversos aparelhos de ar condicionado e lâmpadas), foi solicitado que todos analisassem esses ambientes.

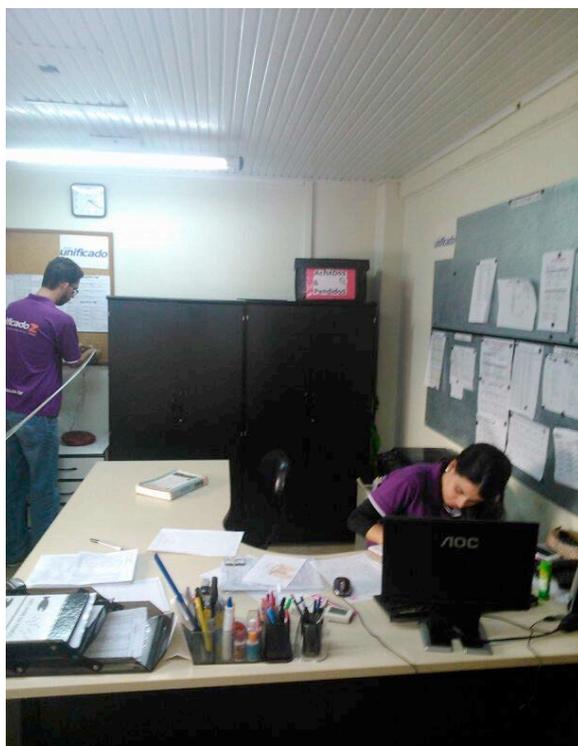


Figura 11: Funcionário do Unificado colaborando na medição dos ambientes.



Figura 12: Visita a uma das salas de aula do Unificado.

Em seguida, os alunos foram divididos em grupos menores (de dois a três alunos por

grupo) para que pudéssemos analisar todos os ambientes no tempo da aula. Durante a visita às instalações do colégio, os alunos observaram e fizeram anotações sobre a distribuição dos aparelhos de ar condicionado, lâmpadas, a incidência de luz natural em cada espaço, estado de limpeza dos ambientes, cor das paredes e teto, além de coletarem dados como as dimensões do ambiente (comprimento, largura e altura). Em cada local visitado, questionaram o funcionário quanto ao número médio de pessoas que ocupam o ambiente e o tempo que os aparelhos elétricos permanecem ligados diária e mensalmente (Figuras 13, 14 e 15).



Figura 13: Aluno visita a sala da supervisão.



Figura 14: Alunos na central de matrículas.



Figura 15: Alunos na sala dos professores.

Por volta das 15h40min retornamos para a sala de aula. Pedi ao funcionário do colégio

que estava nos ajudando que permanecesse conosco para que pudesse colaborar na conferência da veracidade/validade dos dados coleados. Houve alguns erros de anotação e numa das salas os alunos tiveram que repetir a visita, pois haviam se esquecido de anotar o número total de lâmpadas. Nesse momento de relato, muitos citaram estar bem impressionados com a quantidade de lâmpadas existentes em cada sala de aula, bem como o alto número de aparelhos de ar condicionado. Uma aluna relatou que pensava que o colégio deveria instalar no telhado do colégio painéis solares, assim toda a energia coletada por eles poderia ser transformada em energia elétrica e o colégio poderia ter uma mensalidade mais baixa. A partir dessa intervenção, começaram a surgir diversas sugestões de como diminuir os gastos, entre elas: ligar os aparelhos de ar condicionado somente em temperaturas extremas (dias muito quentes ou muito frios), apagar as luzes do colégio no intervalo (recreio), manter as luzes dos banheiros apagadas enquanto não houver pessoas no ambiente e outras sugestões. Mesmo não tendo sido programada essa discussão para esse momento da aula, a considereei muito importante, uma vez que surgiu diretamente dos alunos e eles falavam sobre as sugestões com muito entusiasmo, realmente querendo encontrar bons caminhos para a economia do consumo de energia elétrica. Voltando para a análise dos dados coletados, todos conseguiram preencher as tabelas sem grandes dificuldades, exceto por alguns aparelhos de ar condicionado que ficam no alto das salas e que impediam o acesso e alguns computadores que também eram de difícil acesso (nesses casos tivemos que utilizar a informação dada pelo funcionário sobre a potência desses aparelhos).

Como último ato da Aula 4, entreguei aos alunos o material de apoio AULA 4 – GUIA PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS E ECONOMIA DE ENERGIA DE ENERGIA.pdf (p. 122-125). Foi comentado com os alunos sobre a análise dos dados coletados e solicitei que lessem o material em casa e que os colocassem na tabela no *Microsoft Excel* (arquivo: Aula 4 – PLANO DE AÇÃO - PLANILHA DE COLETA DE DADOS.xls, enviado aos alunos via e-mail). Os alunos dividiram entre eles a tarefa de colocar os dados nas tabelas e iniciar o processo de análise de possíveis soluções para a economia do consumo de energia.

5.5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 5

A Aula 5 aconteceu no dia 13 de abril de 2014, com início às 14h, na sede do Colégio Unificado. Esta iniciou com a presença de cinco alunos e fui informado que havia aula de

recuperação de uma disciplina no horário das 13h30min até 14h40min do mesmo dia, o que acarretaria em atraso de alguns alunos que participavam da nossa atividade e da recuperação concomitantemente. Com isso, tive que alterar a atividade inicial do trabalho, que no plano de aula tinha como previsão inicial uma discussão entre eles sobre os dados coletados. Então, iniciei o trabalho retomando a atividade de coleta de dados da aula anterior na qual percorremos todos os ambientes do colégio medindo as dimensões de cada ambiente e verificando as quantidades de aparelhos elétricos ligados e questionei sobre os aparelhos maiores consumidores de energia elétrica.

Aguardando a chegada dos demais estudantes, decidi iniciar uma busca na internet por aparelhos de ar condicionado e lâmpadas econômicas. Para a busca, os alunos começaram a procurar em *sites* de busca com seus telefones celulares com acesso à internet (Figuras 16 e 17).

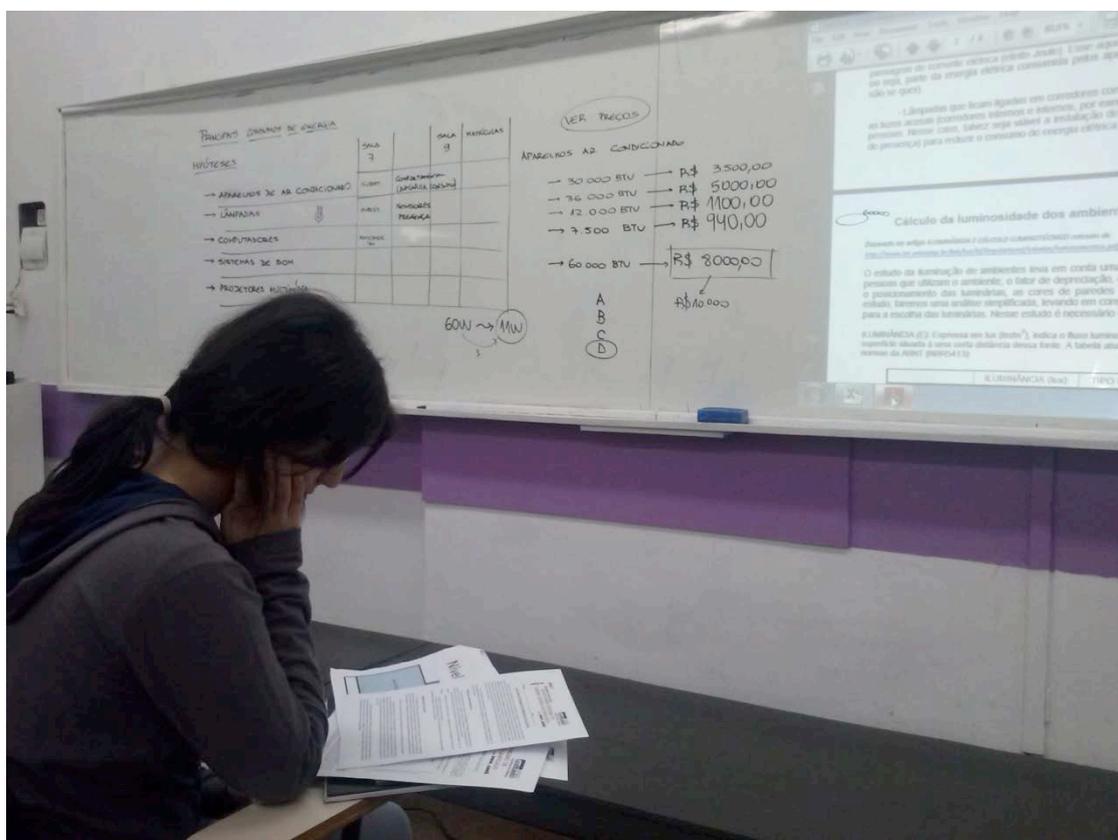


Figura 16: Aluna analisando os dados coletados.

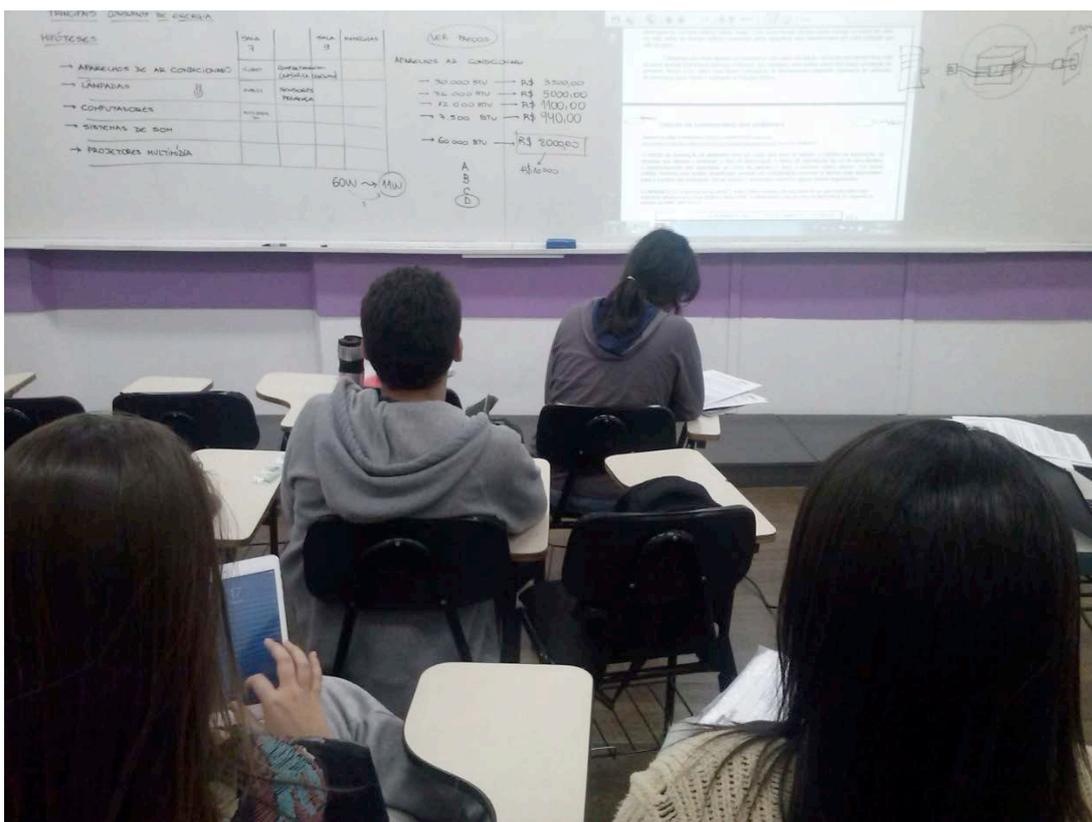


Figura 17: Alunos pesquisando preços na internet e colocando nas tabelas do quadro.

Um dos alunos presentes não conseguiu acesso à internet e ficou fazendo as buscas junto com outro colega. Foram encontrando aparelhos de ar condicionado com diversas potências de refrigeração (12.000 BTU/h, 30.000 BTU/h,...) e foram discutindo os preços de venda encontrados na rede. Quando encontravam os preços mais baixos, analisavam as especificações técnicas do aparelho, inclusive a classificação do selo PROCEL e definiam o aparelho que poderia ser escolhido para a compra e os preços eram anotados por mim no quadro.

Após 30 minutos de aula os alunos que estavam em atividade de recuperação chegaram (quatro alunos) e com o grupo completo começamos a discussão sobre o excesso de consumo de energia no colégio. Com todos sentados num grande círculo, foi lançada a pergunta para eles: vocês acham que o colégio poderia economizar energia? A partir daí surgiram diversas manifestações, algumas delas transcrevo parcialmente abaixo.

Sobre os aparelhos de ar condicionado:

“Os aparelhos de ar condicionado do colégio são velhos, da época em que nem havia

selo PROCEL. Se os aparelhos de ar condicionado fossem trocados, certamente haveria economia.” (o aluno fala sobre os aparelhos serem antigos e associa a idade à economia).

“Acho que o problema nem está nos aparelhos serem velhos, pois o que mais preocupa é que alguns deles parecem não estar muito conservados.”

“Têm muitos dias em que os aparelhos de ar condicionado são ligados e não vejo necessidade. Têm alunos que ficam pedindo pra ligar o ar só por ligarem, a sala fica um gelo”.

“Nos intervalos (recreios), que têm duração de 30 minutos todos os dias, os aparelhos das salas de aula permanecem ligados mesmo com as portas abertas e sem ninguém”

“O Lauro⁷ (funcionário do Colégio que colaborou com as medições e participou da Aula 4) nos disse que na sala dos professores o aparelho de ar condicionado fica ligado o dia inteiro (das 7h30min até 22h) sem ser desligado, mesmo quando não há professores na sala.”

“Na central de matrículas, os funcionários me disseram que no verão é difícil manter a temperatura do setor, pois em março ainda eles enfrentam dias quentes de verão e um período de muitas pessoas entrando e saindo do local. Eles colocam o aparelho de ar condicionado na temperatura mínima o tempo todo, mesmo que o dia não seja tão quente.”

Sobre o sistema de iluminação do colégio:

“Na sala 8 as lâmpadas são muito próximas umas das outras e acho que não são necessárias tantas lâmpadas numa sala de aula.” (referindo-se a sala 8, a maior do colégio que tem capacidade para cerca de 300 alunos).

“Já fui ao banheiro durante o horário da aula e vi as luzes acesas. Acho que elas permanecem ligadas durante todo o dia, mesmo durante as aulas, horário em que poucos alunos vão ao banheiro.” (o aluno analisou as lâmpadas do banheiro que segundo os funcionários do colégio ficam ligadas das 7h até 23h).

“Vocês já viram que acontecem coisas estranhas aqui no colégio: já vi corredor claro (com iluminação natural) com luzes acesas e corredores que dão acesso para as salas (corredores internos, sem iluminação natural) com luzes apagadas, um breu” (relato de uma aluna sobre uma situação que acontece frequentemente no colégio: os corredores externos

⁷ Lauro é um nome fictício para o funcionário, com o objetivo de preservar sua identidade.

com luzes acesas durante o dia e corredores internos com luzes apagadas, dificultando a movimentação das pessoas).

“As luminárias da biblioteca são mal posicionadas. Há luminárias que ficam exatamente sobre as prateleiras de livros e não há muitas sobre as mesas de estudo. Acho que precisa de uma reformulação de posicionamento.”

Outros comentários que surgiram da discussão:

“O colégio tem umas tomadas bem antigas. Acho que a fiação do colégio deve ser bem fina. Isso deve dar um gasto enorme de energia elétrica.”

“Ainda há muitos computadores com monitor grande (monitor de tubo), até na sala de informática. Se trocassem por monitores de LCD ou LED haveria economia e ficaria bem mais bonito” (aluna comentando sua percepção sobre os computadores do colégio).

Esse relato parcial das manifestações dos alunos demonstra a intensa participação dos educandos e foi importante para verificar o que eles avaliam ser os principais aparelhos elétricos consumidores de energia no colégio.

Depois da apresentação dos problemas de excesso do consumo de energia elétrica, questionei-os sobre a análise da coleta de dados e os grupos apresentaram seus dados referentes a cada ambiente do colégio através de tabelas do material apoio preenchidas (fornecidas na aula anterior).

Então, questionei aos grupos sobre as mudanças estruturais que encontraram em suas pesquisas na internet. Entre as principais alternativas apontadas pelos alunos, tivemos:

- Substituição dos aparelhos de ar condicionado ou ao menos manutenções periódicas (limpezas dos filtros, troca do óleo);

- Reavaliação da quantidade e posicionamento das lâmpadas das salas de aulas, tendo em vista que há salas com excesso de lâmpadas (em algumas salas de aula) e falta de lâmpadas em outras (principalmente nos setores administrativos do colégio);

- Instalação de sensores de presença (sensores fotossensíveis que permitem o acendimento de lâmpadas na presença de pessoas) nos corredores internos e banheiros;

- Substituição dos computadores com monitores de tubo de raios catódicos por monitores com telas de LED.

Sugeriram também algumas mudanças comportamentais:

- Desligar as luzes da sede nos horários em que não há aula e sem alunos no colégio: das 12h30min até 13h30min e das 18h até 18h30min;
- Evitar utilizar plugues tipo “T” nas instalações elétricas;
- Colocar etiquetas próximas aos interruptores de luz alertando que desliguem a luz após deixar o ambiente;
- Fazer uma campanha de conscientização dos alunos sobre a importância da economia de energia em casa e no colégio.

Então, orientei aos alunos sobre a Aula 6, na qual eles devem apresentar para a direção do colégio um relatório com suas sugestões de economia no consumo de energia elétrica. Eles relataram que pretendiam montar uma apresentação em *Powerpoint* e que precisariam de computador e projeto multimídia na aula de apresentação. Como já estava próximo ao horário do fim da aula, deixei aos alunos a atividade de visitar a loja Severo Roth (loja de eletrônicos localizada em frente ao Colégio Unificado) para que pudessem fazer um levantamento mais específico de preços dos aparelhos elétricos que farão parte do relatório final deles. Perguntei se havia dúvidas sobre como fazer o relatório final e todos se mostraram bem entusiasmados (alguns nervosos) por poder apresentar uma proposta para a direção do colégio. Combinei com eles que numa manhã da semana seguinte à nossa aula eu acompanharia na loja Severo Roth, com a autorização da direção.

5.6 APLICAÇÃO DA PROPOSTA – AULA 6

Antes da Aula 6, que finaliza o projeto, encontrei os alunos na manhã do dia 25 de abril de 2014 e fomos juntos até a loja de materiais elétricos Severo Roth (Figura 18) com o objetivo de verificar preços de materiais elétricos para compor o relatório a ser apresentado para a direção do colégio e conversar com os vendedores da loja sobre possíveis aparelhos que eles tenham conhecimento que são indicados para a economia de energia elétrica.



Figura 18: Foto feita do interior da sede do Colégio Unificado. A loja de materiais elétricos está localizada em frente ao Colégio, como podemos ver na foto.

A Aula 6 ocorreu dia 30 de abril de 2014, das 14h até 15h45min. Nessa aula compareceram 10 alunos participantes do projeto, a supervisora do colégio, a diretora, dois professores convidados e seis alunos do turno da manhã (alunos do 3º ano, colegas dos alunos participantes do projeto). A aula começou com o meu agradecimento pela participação voluntária dos alunos e pelo trabalho desenvolvido. Em seguida, a diretora do colégio falou sobre a importância de atividades extracurriculares relacionadas à realidade do aluno, fazendo-o ver na prática os conceitos aprendidos em sala de aula e disse estar muito curiosa sobre as alternativas que seriam sugeridas por eles para a economia no consumo de energia elétrica.

Depois desse momento introdutório, foi passada a palavra para os alunos, que já

havia deixado previamente organizada a apresentação num arquivo *Powerpoint* com a utilização de computador e projetor multimídia do colégio. Primeiro, uma aluna mostrou uma análise do consumo de energia em cada um dos ambientes do colégio, apresentando tabelas com a estimativa na qual enfatizou o excesso de consumo de energia elétrica das salas de aula, principalmente das salas maiores que contam com mais 40 lâmpadas em alguns casos. Em seguida, outro aluno apresentou alguns problemas que eles perceberam nas instalações elétricas do colégio (lâmpadas ligadas por um período excessivo durante o dia, aparelhos antigos de ar condicionado, plugues tipo “T” nas ligações elétricas e outros) e falou da necessidade de se rever o consumo de energia. Os alunos foram se intercalando na apresentação das propostas de diminuição do consumo de energia elétrica, apresentando alternativas estruturais (substituição dos aparelhos de ar condicionado, substituição e reorganização de lâmpadas) e comportamentais (projeto de conscientização dos alunos, palestras com os funcionários, placas de lembrete para o controle do consumo de energia). Durante a apresentação, houve algumas contribuições da direção (sobre desligar as luzes no horário do meio dia, sobre o trabalho de conscientização dos alunos sobre a economia de energia, sobre as dificuldades de investimentos no colégio devido às negativas da direção geral do Grupo Unificado e pelas dificuldades de fazer melhorias por impedimento da direção da Igreja São José, proprietária dos prédios nos quais o Colégio Unificado está instalado).

Tal apresentação durou cerca de 50 min e a maioria dos 10 alunos participantes do projeto explanaram suas conclusões (dois alunos preferiram não falar durante a apresentação). Em seguida, fiz algumas ponderações sobre a apresentação do trabalho (a importância de dar preferência para a compra de aparelhos com classificação A do selo PROCEL em detrimento do preço do aparelho e outras pequenas contribuições, mas de modo geral o trabalho foi muito bem apresentado e não houve muitas necessidades de correções).

Ao final das minhas observações sobre a apresentação, agradei novamente a participação dos alunos e a dedicação ao trabalho e perguntei a direção sobre o que ela achava sobre a tarefa realizada. Ela se disse bem impressionada sobre o aprendizado dos alunos, sobre a propriedade com que desenvolveram o tema e que há soluções apontadas por eles que podem ser implementadas pelo colégio, uma vez que a redução do consumo de energia é importante para a saúde financeira da escola.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A principal motivação para o desenvolvimento do presente projeto está na necessidade clara de mudança da forma como se trabalha em sala de aula. Os alunos têm acesso às informações por diversas mídias, mas essas informações chegam e passam pelo estudante com a mesma velocidade, sem fixação, aprofundamento ou mudanças substanciais na sua vida intelectual e cultural. No estudo da formatação do projeto, procurei pensar naquilo que poderia incentivar os alunos ao estudo de Física, além de buscar uma forma de apresentar o conteúdo de maneira interligada entre a sala de aula (e seus conteúdos clássicos) e as situações do cotidiano.

Como o curso foi proposto em horário alternativo às aulas do 3º ano (aulas no turno inverso – turno da tarde), a participação foi em média de nove alunos, pouco em relação aos cerca de 60 alunos matriculados no 3º ano do ensino médio no Colégio Unificado. De modo geral, o grupo se mostrou comprometido com o projeto, mesmo sem ser um curso obrigatório e sem contar nenhum tipo de pontuação para as notas.

Durante a aplicação do projeto, procurei avaliar o conhecimento anterior dos alunos e o processo de aprendizagem, levando em consideração, por exemplo, as respostas dadas nos testes iniciais e as manifestações deles durante nossos diálogos pude perceber que muitos deles sequer haviam estudado esse assunto (isso se deve também por serem estudantes de 3º ano e pelo conteúdo *eletrodinâmica* ser tratado a partir da metade do ano letivo). O mapeamento daquilo que os alunos sabiam sobre os conteúdos abordados em cada etapa do projeto foi extremamente importante, tendo em vista que essa análise me permitiu adequar o material que estava sendo preparado (planos de aula, textos de apoio) de forma que atendesse às necessidades daqueles educandos (criação de materiais potencialmente significativos). Ainda assim, houve situações em que os tempos de aplicação das atividades previstas nos planos de aula precisaram de ajustes como na Aula 4, quando os alunos excederam o tempo que eu havia proposto para o tema na discussão dos principais motivos para o excesso do consumo de energia elétrica no Colégio. Como era de se esperar, ocorreram também momentos de debates não previstos no planejamento inicial, a necessidade de retorno para novas análises dos ambientes e outras discussões sobre os conteúdos, reforçando que o professor pode, e deve, ao longo da aplicação do projeto, fazer as adaptações de forma a torná-lo adequado para os seus educandos.

Os conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia consumida se mostraram pouco familiares para alguns alunos e parcialmente conhecidos para outros e foram tratados em nossas aulas, além da matriz energética brasileira e o programa brasileiro de etiquetagem, conteúdos que normalmente não são abordados na disciplina de Física para educandos do 3º ano. A análise do desempenho dos educandos foi através do acompanhamento dos alunos no decorrer do curso e ao final com a aplicação de um questionário (Apêndice III).

Percebi no decorrer do curso uma evolução considerável na motivação dos alunos, houve aumento no interesse do tema e até certa desinibição (que no meu entendimento pode representar que o aluno adquiriu confiança em tratar sobre o tema) e mesmo aqueles estudantes que afirmaram ter dificuldades com as disciplinas exatas (física, química e matemática) demonstraram evolução no conhecimento dos conceitos.

Minhas percepções a respeito do envolvimento dos estudantes com o projeto foram corroboradas com os resultados obtidos pela aplicação do questionário de avaliação do curso. Todos os 10 participantes da Aula 6 responderam ao questionário que foi fornecido aos alunos em data posterior ao término do curso. Na Tabela 01 é mostrada a distribuição das respostas dos alunos ao questionário de avaliação do curso (Apêndice III).

Tabela 01: Distribuição das respostas (N= 10) para algumas perguntas do questionário de avaliação do curso. As opções de resposta eram Discordo Totalmente (DT), Discordo (D), Indiferente (I), Concordo (C) ou Concordo Totalmente (CT).

	DT	D	I	C	CT
As aulas foram interessantes e atrativas	0	0	0	2	8
O professor explicou o conteúdo de forma satisfatória	0	0	0	2	8
O curso não atendeu as minhas expectativas	7	3	0	0	0
Aprendi pouca coisa ou praticamente nada com o curso	10	0	0	0	0
As discussões sobre os temas trabalhados não foram relevantes.	9	1	0	0	0
Os materiais utilizados em sala de aula foram elaborados numa linguagem adequada ao meu nível de conhecimento	0	0	1	6	3
Os materiais de aula me desestimularam ao estudo do tema	4	6	0	0	0
Os materiais de apoio fornecidos foram adequados e interessantes	0	0	0	5	5
O curso foi mal estruturado, com pouco tempo para as atividades	4	5	0	1	0
Dediquei-me ao curso	0	0	1	7	2
O tema do curso é irrelevante para a minha vida	4	6	0	0	0

As ideias trabalhadas no curso me incentivam a colocar em prática os conhecimentos aprendidos	0	0	0	1	9
---	---	---	---	---	---

Ao analisar os resultados da tabela do questionário, percebe-se que: os alunos acharam as aulas atrativas; os temas apresentados no curso foram relevantes; o material utilizado foram estimulantes, adequados e interessantes; o tema foi considerado importante para a vida os educandos e eles se sentem motivados a colocarem em prática os conhecimentos aprendidos no curso.

No questionário havia as seguintes questões dissertativas, nas quais o aluno poderia expressar livremente sua opinião sobre o curso:

Questão 1) Em linhas gerais, qual a sua avaliação sobre o minicurso *Estudo sobre o consumo de energia elétrica no Unificado?*

Questão 2) Qual (is) assunto(s) abordado(s) você desconhecia e considerou relevante(s)? Qual(is) assunto(s) não foi(foram) abordado(s) e que você gostaria de ter discutido?

Questão 3) O que poderia ser feito para melhorar o minicurso em futuras edições?

Questão 4) Você recomendaria este minicurso para os seus colegas? Por quê?

Questão 5) Escreva aqui outros aspectos que julgar importante de relatar sobre o curso:

De modo geral, as respostas foram todas muito elogiosas ao curso, além de relatos de que gostaram muito do curso e que consideram esse tipo de atividades muito mais interessantes do que as aulas “normais” (aulas tradicionais, expositivas).

Para a Questão 1, os alunos citaram que o curso foi muito proveitoso e que iniciativas desse tipo incentivam e colaboram para o estudo de física. Nas palavras dos próprios alunos:

ALUNO 1: “Acho que as aulas de física deviam ser sempre assim. A gente vai resolvendo um problema e aprendendo ao mesmo tempo. Assim, fica mais fácil de entender por que temos que saber tantas fórmulas e conceitos.”

ALUNO 2: “Eu gostei muito do curso. Sempre tive medo de física, mas assim ficou parecendo bem fácil.”

Em relação a Questão 2, um aluno mencionou a abordagem interdisciplinar como a principal diferença entre as aulas de física “tradicionais” e as aulas do curso:

ALUNO 10: “Normalmente a gente fica muito tempo fazendo cálculo e às vezes eu nem sei bem o que é. Aqui a gente falou de energia, mas deu até pra juntar com as coisas da

aula de geografia.”

Sobre melhorias ao curso (Questão 3):

ALUNO 2: “O curso foi muito rápido, a gente poderia ficar mais tempo trabalhando no assunto, estudando melhor os circuitos e a estrutura do colégio. A gente nem avaliou o consumo de água e outras economias que podemos fazer no colégio”.

ALUNO 4: “Na aula que o professor mostrou o aplicativo, eu achei que a gente ia começar a desenvolver um (aplicativo) por nossa conta. Eu acho que ia ser bem legal. Acho que a gente podia ter feito isso.”

Quanto à Questão 4, quanto a recomendar o curso aos colegas, os resultados também foram muito favoráveis ao curso. Abaixo, um exemplo das opiniões manifestadas pelos alunos.

ALUNO 7: “Eu gostei muito do curso e acho que ele dá uma visão diferente sobre economia de energia. Muitas vezes a gente gasta energia e nem se da conta. Eu achei o curso bem legal e recomendo muito.”

Surpreendente foi, também, o relato final de alguns alunos (Questão 5):

ALUNO 5: “Professor, quero agradecer seu empenho para a realização do trabalho. Foi muito legal e a gente gostou muito. Eu estou estudando muito para o vestibular e tenho certeza de que não vou errar questões de eletricidade na prova. Obrigada.”

ALUNO 9: “O curso foi muito interessante. Lá em casa eu agora sou o fiscal da luz. Acho essa ideia de economizar muito bacana e importante para o meio ambiente.”

ALUNO 10: “Aprendi um monte com o curso, sor (professor). É muito legal aprender desse jeito e vou levar esses aprendizados pra minha vida. Meu pai é engenheiro e me mostrou uns aparelhos que ajudam na economia de energia bem parecidos com aqueles que a gente viu lá na loja (loja de material elétrico que foi visitada por pelos alunos).”

Os alunos se mostraram muito receptivos à proposta e acredito que isso se deve ao embasamento das atividades desenvolvidas nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992) e à problematização contextualizada no problema do excesso de consumo de energia elétrica, cuja necessidade de investigação exigiu a organização do conhecimento (conhecimento dos conceitos de eletricidade) e posterior aplicação do conhecimento através da análise das condições do colégio. Todo esse processo foi extremamente motivador, uma vez que os alunos ambicionavam chegar ao momento final que era descobrir se o colégio necessitava ou não de melhorias para diminuir o consumo de energia elétrica e esse objetivo

final fez o grupo de educandos se envolver nas atividades. Assim, acredito ter evitado aquilo que acontece muitas vezes em salas de aula, nas quais professores começam um conteúdo sem sequer mostrar uma aplicabilidade e isso acaba fazendo os alunos perderem o interesse pelo tema (ao invés de partir do todo para algo mais específico dentro de um determinado conteúdo, há professores que partem do conteúdo específico para o todo).

Na introdução do presente trabalho, apresentei alguns resultados de aprendizagem esperados. Retomo-os aqui, tecendo alguns comentários sobre o que foram alcançados:

Após a aplicação da proposta didática, o aluno deverá ser capaz de:

a) *Interpretar e resolver problemas de nível médio que envolvam conceitos como: corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica, energia elétrica consumida;* Nos problemas que foram apresentados nos materiais de apoio, os alunos apresentaram resultados satisfatórios, avaliados no decorrer da aulas, quando situações similares foram novamente apresentadas. Nas discussões os conceitos foram abordados diversas vezes e os alunos fizeram comentários pertinentes sobre os conceitos.

b) *Estimar o consumo de energia elétrica nos ambientes que decidir analisar, criando tabelas e descrevendo os consumos individuais dos aparelhos e os custos diários e mensais com energia elétrica gerados;* A utilização dos simuladores virtuais, o aplicativo para smartphones e a análise do consumo de energia permitiram aos alunos identificar os aparelhos, fazer a leitura de suas potências elétricas, tensões, correntes e calcular o consumo de energia elétrica de diversos aparelhos do Colégio, gerando uma estimativa razoável sobre o gasto de energia na instituição de ensino.

c) *Reconhecer entre os aparelhos elétricos aqueles que consomem mais ou menos energia, analisando o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e decidir sobre a escolha dos aparelhos que devem ou não ser utilizados, substituídos ou comercializados em instalações elétricas;* Depois do estudo do material de apoio referente aos Selos PROCEL e CONPET, os alunos demonstraram ficar mais atentos à necessidade de análise desses selos. Na visita à loja de materiais elétricos, percebi o questionamento constante sobre o consumo de energia elétrica e a classificação de cada aparelho.

d) *Criar planos alternativos aos excessos de consumos de energia, construindo planilhas de custos para substituição de antigos por novos aparelhos e estimar o prazo para*

que o investimento em novos equipamentos seja recuperado; Todo esse trabalho foi elaborado pelos alunos com o auxílio do professor a partir da Aula 4, que culminou no relatório final entregue à direção do Colégio na Aula 6. Além da elaboração do relatório, os alunos apresentaram à direção com um bom nível de detalhamento, apresentando alternativas para redução do consumo de energia elétrica e cálculos de custos para substituições de aparelhos e tempo para retorno do investimento.

e) *Relacionar as diferentes formas de geração de energia (solar, eólica, termoelétrica, hidrelétrica e outras) com a matriz energética brasileira, demonstrando uma visão crítica quanto às políticas do desenvolvimento e ampliação da matriz energética brasileira e mundial*; Quando analisado o material de apoio referente à matriz energética brasileira e o comparativo com a matriz mundial, houve diversos comentários dos alunos que permitiram verificar a consciência da necessidade de economia de energia elétrica e a importância da escolha da matriz energética de um país.

f) *Demonstrar atitudes de conscientização quanto à necessidade de economia de energia elétrica, sendo crítico aos excessos de consumo e tendo uma prática em prol da economia de energia elétrica*. Durante o curso tivemos momentos de discussão sobre o tema, com alguns alunos sendo muito críticos à forma como o Colégio Unificado utiliza a energia elétrica, segundo alguns alunos, com muito desperdício. Houve também relato de alunos que começaram a ser mais cuidadosos em suas casas, tornando-se vigilantes do consumo de energia.

Portanto, é possível concluir, levando em consideração os resultados obtidos nas aulas e as respostas aos questionários, que o curso atingiu razoavelmente seus objetivos iniciais e permitiu tratar do tema energia elétrica de forma dinâmica, atendendo à expectativas dos educandos.

7 CONCLUSÃO

Durante uma breve incursão aos corredores de uma escola, é notável a percepção dos alunos em relação ao ensino de disciplinas como Física. Infelizmente, naturalizou-se e propagou-se como uma disciplina difícil, com conceitos abstratos e avaliações exigentes. Diferentemente de outras disciplinas escolares, o medo dos alunos em relação à Física transformou o desejo do saber em aversão. Esse sentimento gera no aluno a desmotivação para o aprendizado em Física, criando um obstáculo à aprendizagem significativa de Ausubel, uma vez que, segundo o autor, o aluno deve estar predisposto para tal processo.

Inúmeros fatores podem influenciar o desempenho escolar de um educando, sobretudo o seu interesse e a sua motivação para novos aprendizados. É perceptível que o contexto socioeconômico e as relações familiares são relevantes no que diz respeito à visão do aluno quanto à importância da escola na sua vida e na construção de seu futuro. Alunos oriundos de regiões mais pobres e com perfil familiar de baixa renda costumam encontrar maiores dificuldades na relação da disciplina de Física com o seu cotidiano. Em oposição a esse quadro, observamos que alunos com maior poder aquisitivo e estudantes de escolas privadas tampouco se sentem atraídos pela disciplina. O fácil acesso desse grupo a informações disponíveis na internet através de equipamentos como computadores e *smartphones* confirmando a ideia de que o ensino tradicional está ultrapassado e estagnado. Essa percepção equivocada afasta o aluno de possíveis desafios e cria uma barreira intransponível entre o aluno e o processo de aprendizagem.

Diante desse cenário, elaborou-se este trabalho. A dificuldade em criar, na sala de aula, um ambiente novo, com atividades questionadoras, motivadoras e desafiadoras, traz-nos a necessidade de pensarmos, como educadores, em alternativas capazes de suprir tais demandas educacionais. Além disso, é fundamental que estejamos engajados na constante tarefa de instigar o aluno, fazendo-o relacionar os conteúdos da sala de aula com as suas reais indagações. Apresentar-lhe o mundo através do conhecimento científico é, sem dúvida, um dos nossos papéis como educadores. Despertar no educando sua criticidade e demonstrar-lhe a aplicabilidade dos conceitos de Física no seu mundo são papéis fundamentais do professor de física. Assim, desenvolveu-se o trabalho que contempla conectar teoria e prática em atividades simples e de pouca exigência de infraestrutura.

Durante a realização do projeto, foi possível verificar que o envolvimento do grupo de

alunos ocorreu de maneira gradual e continuada. Pode-se afirmar, inclusive, que um dos momentos relevantes nesse trabalho foi a desconstrução da ideia que eles traziam acerca do ensino de Física. Esses alunos traziam, como parte de seu histórico escolar, um modelo de aula descontextualizada e voltada exclusivamente para a resolução de questões teóricas. Dessa forma, é compreensível que a disciplina de Física tivesse sido vista como tão pouco atraente, a ponto de tal opinião ser externada por eles em inúmeros momentos durante a aplicação do projeto. Foi muito gratificante ouvir deles expressões tão sinceras e espontâneas como *“Finalmente estou entendendo para que serve isso”* ou *“Meu pai se espantou por me ver falando em economizar energia”*.

Além do desafio da “desacomodação” dos alunos quanto ao propósito do ensino de Física, há o problema da falta de infraestrutura das escolas, dificultando a realização de projetos que exijam aporte financeiro ou apoio didático. É comum que, diante desses obstáculos, o professor sinta-se desmotivado para elaborar atividades que ultrapassem o espaço de sua sala de aula. Contribui para isso também a restrita formação universitária de boa parte do corpo docente, que pode limitar a interação da Física com outras disciplinas por desconhecer maneiras para tal. Diante disso, o projeto pretendeu disponibilizar, de maneira simples e com poucos recursos materiais, uma atividade interdisciplinar capaz de despertar no aluno a busca do saber por meio do questionamento acerca dos conceitos de eletricidade.

Em todas as etapas do projeto, desde a sua criação até o processo de aplicação da proposta (e mesmo durante o processo), buscou-se verificar se o trabalho teria o retorno desejado, fazendo as adequações quando necessárias. É inerente à aplicação da proposta didática a análise continuada dos alunos, verificando as suas respostas e o seu envolvimento. Portanto, ajustes e adaptações poderão ser necessárias a fim de garantir a reprodutibilidade do projeto em novas salas de aula.

O desenvolvimento do trabalho foi muito exitoso, baseando-me na minha percepção do desempenho dos alunos e nos resultados do questionário final e acredito que seja possível ser aplicado em escolas que possuem mais recursos e também nas que possuem menos recursos financeiros, uma vez que são necessários computadores e projetores multimídia (hoje disponíveis em praticamente todas as escolas públicas e privadas do país). O projeto foi elaborado para ser aplicado com alunos do 3º ano do ensino médio, mas o nível de ensino a ser envolvido na atividade também pode variar e podemos adaptá-los inclusive para alunos do ensino fundamental, além da possibilidade de ser avaliada a economia de outros gastos do

colégio, como água por exemplo.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J.A.P ; MION, R.A. . **Em busca de um perfil epistemológico para a prática educacional em educação em Ciências.** Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/01.pdf> Acesso em 13 jun. 2014.

ARANTES, A. R; MIRANDA, M. S; STUDART, N. **Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do Phet.** *Física na Escola*, v. 11, n. 1, p.27-31, abr. 2010.

BASSO, D; ROCHA Filho, J. B da R. **Garrafa térmica em contadores residenciais de energia elétrica: desfazendo um mito.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 18, n. 1, p. 56-64, abr. 2001.

BERNARDO, J. R. da R; VIANNA, D. M; FONTOURA, H. A. da. **Construção de estratégias pedagógicas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para a formação de professores: a energia elétrica em sala de aula.** Disponível em:
<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0282-1.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2015.

CENTRO DE REFERÊNCIA EM ENSINO DE FÍSICA (CREF). **Pergunta sobre aparelhos de ar condicionado.** Disponível em:
<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=318> Acesso em 10 jan. 2015.

DELIZOICOV, D. **Conhecimentos, tensões e transições.** Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/75757/82794.pdf?sequence=1> Acesso em 12 jun. 2014.

DELIZOICOV, D. **Problemas e problematizações.** Disponível em:
http://moodle.stoa.usp.br/file.php/408/Problemas_problematizacao.pdf Acesso em 12 jun. 2014.

DORNELES, P. F. T; ARAUJO, I. S; VEIT, E. A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade: parte I – circuitos elétricos simples.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 28, n. 4, p. 487-496, dez. 2006.

ELETROBRÁS. **Dicas de economia de energia.** Disponível em:
<http://www.eletronbras.com/elb/natrilhadaenergia/economia-de-energia/services/eletronbras/trilhaenergia/pdfs/dicas-de-economia-de-energia.pdf>. Acesso em 10 jan. 2015.

ELETROLUX. **Simulador de cálculo de btu para ar condicionado.** Disponível em:
<http://www.electrolux.com.br/produtos/condicionadores-de-ar/Paginas/condicionadores-de-ar.aspx?gclid=CNPssP-a37kCFSlo7AodMjQA6Q> Acesso em 10 jan. 2015.

EXPLICAFÁCIL. **Simulador de cálculo de aparelhos de ar condicionado.** Disponível em:
<http://www.explicafacil.com.br/ar-condicionado/dimensionamento-do-ar-condicionado/11> Acesso em 23 abr. 2013.

GASPAR, A. FÍSICA – Série Brasil – volume único. São Paulo: Ática, 2005.

GOULART, P. R. A. **Eletrodinâmica e cidadania: uma abordagem CTS para o Ensino Médio**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>. Acesso em: 10 jan. 2015.

HERNÁNDEZ, J. M. N; CALLELLA, B. S. de; ESTEBAN, E. P. **Plan de ahorro de energía en un centro escolar**. Disponível em: multimania.es/arquinstal03/publicaciones/otras/bib907_plan_de_ahorro_de_energia_en_un_centro_escolar.pdf. Acesso em: 10 jan. 2015.

HEWITT, Paul G. FÍSICA CONCEITUAL. Tradução Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

INMETRO. **Tabelas de consumo/eficiência energética**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp> Acesso em 15 jan. 2015.

INSTITUTO DE ARTES DA UNICAMP. **Illuminância e cálculo luminotécnico**. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf> Acesso em 15 jan. 2015.

LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. **Curso de Física, volume 3 / Antônio Máximo**. 6 ed. São Paulo: Scipione, 2007.

MARQUES, N. L. R. **Formação dos alunos para o curso normal para o ensino de ciências nas séries iniciais: uma experiência em física térmica**. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16422/000702678.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 jan. 2015.

MORAES, M. B. dos S. A. **Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no nível médio**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>. Acesso em: 15 jan. 2015.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. Disponível em: <http://antiga.ppgect.ufsc.br/base-dt/ufsc-ppgect-teses2010-cristiane-muenchen-integra.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física/UFRGS, 1999.

PACCA, J. L. A; FUKUI, A; BUENO, M. C. F; COSTA, R. H. P; VALÉRIO, R. M; MANCINI, S. **Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 2, p. 151-167, ago. 2003.

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DA USP. **Medição e cálculo de luminosidade**. Disponível em: http://www.prg.usp.br/wp-content/uploads/medicaoecalculolumi_proed.pdf Acesso em 15

jan. 2015.

RAMALHO Junior, F; FERRARO, N. G; SOARES, P. A. de T. Os Fundamentos da Física – volume 3. 9 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

RICARDO, E.C; ZYLBERSZTAJN, A. O ensino de ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais+. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 351-370, dez. 2002.

RODRIGUES, M. F. de A. A temática da energia proposta através de temas geradores para a sexta-série do Ensino Fundamental. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>. Acesso em: 15 jan. 2015.

SCHIRLO, A. C; SILVA, S. de C. R. da; PINHEIRO, N. A. M. Energia elétrica: uma sugestão de atividade para despertar a cidadania. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/10%20Ensinodematematica/Ensinodematemat_ica_artigo7.pdf. Acesso em: 15 jan. 2015.

Sociedade Brasileira de Ensino de Física. PCN+ - **Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Disponível em: www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf; Acesso em 15 jan. de 2015.

TATAGIBA, A. G; SANTO E. N. do E; DOMINGOS, P. **Despertando o uso consciente da energia elétrica: como as escolas utilizam esta prática com seus alunos?** Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/sare/article/view/737>. Acesso em: 15 jan. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Combate ao desperdício de energia elétrica em escolas públicas**. Disponível em: <http://www.proec.ufpr.br/enec/download/pdf/3ENEC/tecnologia/COMBATE%20AO%20DESPERD%20CDCIO%20DE%20ENERGIA%20EL%20C9TRICA%20EM%20ESCOLAS%20P%20DABLIC.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

WEB AR-CONDICIONADO. **Tabelas selo procel para aparelhos de ar condicionado**. Disponível em: <http://www.webarcondicionado.com.br/economia-de-energia-selo-procel> Acesso em 15 jan. 2015.

WEB AR-CONDICIONADO. **Simulador de cálculo de btu para ar condicionado**. Disponível em: <http://www.webarcondicionado.com.br/calculo-de-btu> Acesso em 15 jan. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE I

Nº DA AULA	Nº DO MOMENTO	TÍTULO DO MOMENTO	OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS
AULA 1	1	BATE-PAPO INICIAL	Apresentar a proposta do curso.	Explicação oral sobre o desenvolvimento do projeto.
	2	TABELA DE AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO ANTERIOR DO ALUNO	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as concepções alternativas dos alunos sobre Circuitos elétricos simples (conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, verificar se o aluno identifica circuitos em série e paralelo); - Avaliar os conhecimentos anteriores dos alunos sobre a potência elétrica dos aparelhos elétricos e o consumo de energia elétrica em sua residência e no Colégio. - Gerar inquietação/desconforto nos estudantes através das dúvidas que surgirem sobre o tema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do teste para avaliar as concepções alternativas sobre circuitos elétricos simples e em seguida analisar suas respostas dadas pelos alunos e explicar as respostas corretas aos estudantes; - Os alunos receberão tabelas para analisar o consumo de energia elétrica em suas casas e no Colégio e depois de preencher as tabelas haverá troca de informação entre os alunos para que possam discutir em conjunto se suas previsões de consumo de energia elétrica, as potências elétricas dos aparelhos elétricos e os gastos preenchidos na tabela são condizentes com valores reais (nesse momento, a discussão ocorrerá por mediação do professor, mas sem o professor se manifestar sobre certo ou errado os preenchimentos das tabelas).
	3	EXPLANAÇÃO ORAL SOBRE CONCEITOS DE ELETRICIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Abordar, de forma sucinta, conceitos como corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação oral sobre os conceitos de eletricidade (utilizando computador, projetor multimídia e uma apresentação em <i>Microsoft Office Powerpoint</i>). - Utilização de simulações computacionais do <i>PHET</i>.
	4	ANÁLISE DO PREENCHIMENTO DAS TABELAS	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar junto com os alunos o preenchimento de suas tabelas, correlacionando os conceitos de eletricidade (aprendizado) com o preenchimento das tabelas (aplicação do conhecimento). 	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão com os alunos sobre os resultados dos preenchimentos das tabelas (momento de participação do professor, diferente do momento 3 no qual o professor somente tem papel de mediador da discussão dos alunos).
	5	ORIENTAÇÃO PARA BAIXAR APLICATIVO DA FURNAS	<ul style="list-style-type: none"> - Orientar aos alunos para baixar o aplicativo que poderá ser utilizado por eles para controle do consumo de energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura e análise junto aos alunos do texto de apoio com orientações de como baixar o aplicativo da Furnas sobre consumo e cálculo de energia elétrica.
	6	TEXTO DE APOIO	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar os conhecimentos vistos na aula 1. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entregar texto de apoio e solicitar aos alunos que leias o material e respondam as questões para a aula seguinte.
AULA 2	1	TEXTO DE APOIO DA AULA 1 – ANÁLISE DAS RESPOSTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Retomar os conteúdos abordados na aula anterior verificando o aprendizado dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão do texto de apoio e análise das respostas das questões contidas no texto.
	2	ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO FURNAS	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar se os alunos utilizaram o aplicativo e se esse uso os auxiliou a refletirem sobre o consumo de energia elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Bate-papo com os alunos, permitindo que eles relatem suas experiências e percepções na utilização do aplicativo.
	3	UTILIZAÇÃO DOS SIMULADORES DAS COMPANHIAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA	<ul style="list-style-type: none"> - Estimular os alunos a analisar o consumo de energia elétrica através da utilização dos simuladores e possibilitar uma análise aos alunos uma análise crítica sobre o excesso do consumo de energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Organização dos alunos em duas ou trios (dependendo da quantidade de alunos participantes no projeto e da disponibilidade de computadores com acesso à internet na Escola) e orientação para a leitura e preenchimento dos guias de utilização dos simuladores que serão fornecidos aos estudantes.

Nº DA AULA	Nº DO MOMENTO	TÍTULO DO MOMENTO	OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS
AULA 2	4	EXPLANAÇÃO ORAL – PROGRAMA DE ETIQUETAGEM E GARRAFAS PET NOS CONTADORES RESIDENCIAIS DE ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar, de forma sucinta, o programa Brasileiro de Etiquetagem e os selos PROCEL e CONPET. - Tratar junto aos alunos sobre o mito dos efeitos que garrafas pet colocadas sobre os contadores do consumo de energia elétrica podem produzir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação oral após a entrega do texto de apoio aos estudantes.
	5	VISITA AOS SITES DE CONTROLE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	<ul style="list-style-type: none"> - Indicar aos estudantes sites que podem ser utilizados para encontrar mais informações referentes à normatização e análise do consumo de energia elétrica pelos diversos produtos e aparelhos elétricos e eletrônicos disponíveis a no comércio brasileiro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitação os estudantes que acessem os sites de órgãos do controle como INMETRO e Eletrobrás. - Discussão sobre a importância de conhecer as normas de regulamentação e de saber encontrá-las nos órgãos responsáveis.
	6	ORIENTAÇÃO PARA PESQUISAS NA INTERNET	<ul style="list-style-type: none"> - Instigar a pesquisa nos alunos, para que de forma autônoma comecem encontrar respostas aos questionamentos que surgem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Breve explicação oral sobre a geração de energia elétrica e as usinas hidrelétrica, eólica, nuclear, termelétrica e ainda a geração através de energia solar. Solicitação de pesquisa sobre o tema para discussão na aula seguinte.
AULA 3	1	BATE-PAPO INICIAL – ANÁLISE DA PESQUISA NA INTERNET	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar a capacidade dos alunos de buscar informações, investigar os conhecimentos adquiridos através da pesquisa e suas opiniões sobre as fontes de geração de energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bate-papo no qual os alunos serão questionados sobre as diversas fontes de geração de energia elétrica, citando suas fontes de pesquisa na internet.
	2	TEXTO DE APOIO – LEITURA E DISCUSSÃO EM PEQUENOS GRUPOS	<ul style="list-style-type: none"> - Aprofundar o conhecimento dos alunos sobre o tema e possibilitar um momento de autonomia (leitura do texto) e discussão entre os educandos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dividir os alunos em pequenos grupos (entre 3 e 4 alunos), orientar para que façam a leitura do texto de apoio e em seguida realizem a discussão sobre o tema no grupo.
	3	EXPLANAÇÃO ORAL	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar as formas de geração de energia elétrica e sanar possíveis dúvidas dos alunos sobre o tema. - Abordar, de forma breve, o funcionamento dos geradores elétricos e os fenômenos eletromagnéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação oral retomando as fontes de geração de energia, a matriz energética brasileira e mundial utilizando computador, projeto multimídia e <i>Microsoft Office Powerpoint</i>. - Utilização de simulação do <i>PHET</i> (gerador elétrico).
	4	RESPONDENDO AO QUESTIONÁRIO	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o aprendizado dos estudantes sobre o tema abordado e diagnosticar possíveis dificuldades dos estudantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitar aos alunos que respondam individualmente o questionário para posterior análise das respostas.

AULA 4	1	BATE-PAPO INICIAL – LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES PARA O EXCESSO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO COLÉGIO E FORMAS DE ECONOMIA	- Analisar os conhecimentos adquiridos pelos alunos ao longo das aulas anteriores através da comparação entre o preenchimento das tabelas da AULA 1 (momentos 2 e 4) com as hipóteses sugeridas pelos alunos nesse momento da aula.	- Durante um bate-papo com os alunos, começar a levantar hipóteses para o possível excesso de consumo de energia elétrica no Colégio e permitir que os alunos sugiram alternativas para a economia de energia elétrica.
Nº DA AULA	Nº DO MOMENTO	TÍTULO DO MOMENTO	OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS
AULA 4	2	PLANO DE AÇÃO – OUVINDO OS ALUNOS E DEFININDO AS AÇÕES	- Avaliar as ideias dos alunos sobre a forma de coletar os dados do consumo de energia elétrica em cada ambiente do Colégio.	- Promover a discussão entre os alunos sobre formas de coletar os dados dos diversos ambientes do Colégio (salas de aula, banheiros,...)
	3	COLETA DE DADOS	- Possibilitar aos alunos uma situação prática de aplicação dos conhecimentos estudados e interação entre os estudantes.	- Todos os alunos devem ser orientados a permanecerem juntos durante a visita aos diversos ambientes do Colégio. Será fornecida uma planta baixa do Colégio para cada grupo (com 3 ou 4 alunos) e serão distribuídas planilhas para diferentes grupos de cada ambiente do Colégio (o grupo 1 analisa a sala 1, o grupo 2 analisa a sala 2 e o banheiro masculino e assim por diante). Durante a visita os alunos deverão ser levados também para efetuar a leitura do contador de energia elétrica do colégio.
	4	VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DOS DADOS	- Verificar os dados coletados para que possam servir de base para os cálculos da estimativa do consumo de energia elétrica do Colégio.	- No retorno à sala de aula, conferir os dados coletados pelos alunos (esse procedimento pode ser feito durante a visita aos ambientes do Colégio).
	5	TEXTO DE APOIO – ORIENTAÇÕES PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS	- Orientar os alunos para a análise dos resultados.	- Entrega aos alunos dos textos de apoio para análise dos resultados e guia de energia e orientação de como realizar a análise dos dados coletados.
AULA 5	1	ANALISE DOS DADOS COLETADOS	- Num breve relato dos alunos para o professor, em seus grupos, os alunos poderão mostrar seus conhecimentos sobre o cálculo de energia elétrica e suas soluções para diminuir o consumo de energia.	- Solicitar aos alunos que façam um breve relato sobre os resultados encontrados após a análise dos dados e suas conclusões.
	2	EXPLICITANDO SEUS RESULTADOS E SOLUÇÕES	- Promover a troca de informações e debate entre os estudantes.	- Os grupos apresentarão aos demais grupos suas sugestões para redução do consumo de energia elétrica e poderá haver um breve debate em caso de discordância entre as soluções.
	3	QUANTO CUSTA ECONOMIZAR ENERGIA	- Os alunos verificarem se as suas sugestões para economia de energia são possíveis de serem executadas.	- Os alunos receberão orientação para fazer pesquisa de preços (orçamento) numa loja que vende aparelhos elétricos e eletrônicos
	4	VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DOS DADOS E ORIENTAÇÕES FINAIS	- Sanar dúvidas finais dos alunos e conferir os resultados encontrados pelos alunos dos cálculos dos orçamentos para substituição de aparelhos e custos com energia.	- Dividir os alunos em grupos e solicitar que apresentem seus dados, conferindo-os e sanando possíveis dúvidas.

AULA 6	1	APRESENTAÇÃO DO PROJETO	- Os alunos terão a oportunidade de apresentar ao professor e a direção suas conclusões sobre a utilização da energia elétrica do colégio e possíveis formas de diminuição no consumo.	- A sala de aula deverá ser preparada com os recursos que os alunos necessitarem para a apresentação: computador, projetor multimídia e <i>Microsoft Office Powerpoint</i> (e outros recursos, se os alunos solicitarem). O professor deverá convidar a direção do Colégio para assistir a apresentação dos alunos.
---------------	---	-------------------------	--	---

APÉNDICE II

O cronograma que foi apresentado no Apêndice I dessa dissertação descreve cada um dos momentos da aplicação da proposta e seus objetivos. Já no Apêndice II, há o plano de aula e os materiais didáticos de cada aula e pode ser reproduzido total ou parcialmente por professores de queira aplicar essa proposta didática com seus educandos.

APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA – AULA 1

Plano de aula

A aula 1 terá início com a apresentação do projeto e logo em seguida iniciará um processo de sondagem dos conhecimentos anteriores dos educandos. Depois, haverá uma explanação oral de conhecimentos básicos de eletricidade com a utilização de simuladores educacionais. Para essa aula, será necessário utilizar uma sala de aula com quadro branco (ou quadro de giz), um computador e um projetor multimídia (*datashow*).

1. BATE PAPO INICIAL – duração: 15min

Apresentação do projeto, explanação sobre seu desenvolvimento.

2. TABELA DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO ANTERIOR DO ALUNO – duração 25min

2.1 Será apresentado aos alunos o teste “[TESTE SOBRE ANÁLISE DE CIRCUITO SIMPLES.pdf](#)” e depois, utilizando as simulações do *software PHET* (Circuitos DC) serão reproduzidas as situações de cada um dos circuitos do teste, explicando as respostas corretas e sanando possíveis dúvidas.

2.2 Será solicitado aos alunos que preencham a tabela ANALISANDO SUA CASA (arquivo [TABELA DE ANÁLISE DE CONSUMO.pdf](#)) e depois de uma breve discussão sobre os resultados (que comentem seus resultados com os colegas), preencham a outra tabela da mesma página (ANALISANDO O COLÉGIO) com o objetivo de verificar os seus conhecimentos anteriores sobre potências médias de aparelhos elétricos e consumo de energia elétrica.

3. EXPLANAÇÃO ORAL SOBRE CONCEITOS DE ELETRICIDADE – duração 25min

Serão abordados os conceitos de CORRENTE ELÉTRICA, LEIS DE OHM, POTÊNCIA ELÉTRICA E ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA, apresentados utilizando projetor multimídia, computador e uma apresentação em *Microsoft Office PowerPoint* (PPT) (página 69). Durante a explanação serão utilizadas simulações do *software PHET*: Lei de Ohm e Resistência em um Fio.

4. ANÁLISE DO PREENCHIMENTO DAS TABELAS – 15min

Verificar com os alunos se os valores preenchidos nas tabelas são condizentes ou ao menos próximos aos valores reais.

5. (OPCIONAL) ORIENTAÇÃO PARA “BAIXAR” O APLICATIVO PARA SMARTPHONES DA FURNAS – 20min

Os alunos receberão um texto de apoio ([Orientação para utilização do aplicativo Furnas.pdf](#)) que conterà orientações sobre o aplicativo e atividades para serem realizadas. Os que tiverem seus *smartphones* já poderão baixar o aplicativo na hora da aula para que sigam as orientações.

6. TEXTO DE APOIO

Depois de um bate papo para fechamento das ideias desenvolvidas na aula, será entregue aos alunos um TEXTO DE APOIO ([TEXTO DE APOIO – AULA 1.pdf](#)) que contém um questionário que deverá ser respondido até a aula seguinte.

AULA 1 -ESTUDO SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESCOLA: _____

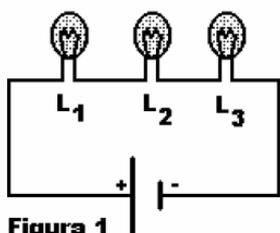
PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

TESTE SOBRE ANÁLISE DE CIRCUITOS SIMPLES*

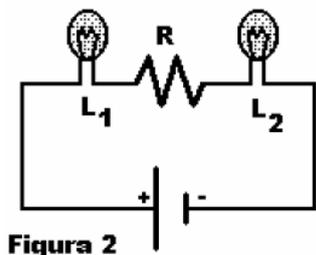
Em todas as questões deste teste* admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) No circuito da figura 1 pode-se afirmar que:



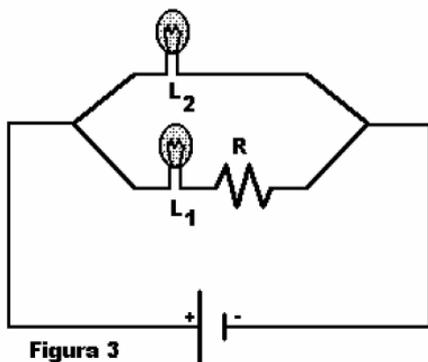
- a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_3 .
- b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1 .
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

2) No circuito da figura 2, R é um resistor. Neste circuito:



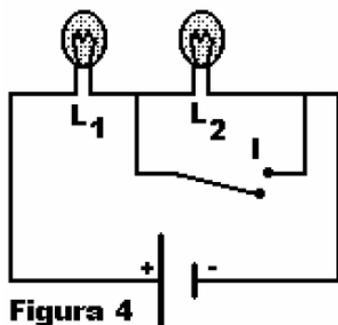
- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
- b) L_1 brilha mais do que L_2 .
- c) L_2 brilha mais do que L_1 .

3) No circuito da figura 3, R é um resistor. Neste circuito:



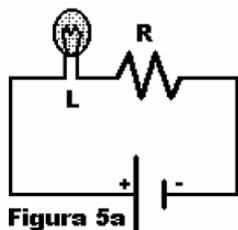
- a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2 .
- b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- c) L_1 brilha mais do que L_2 .

4) No circuito da Figura 4, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:

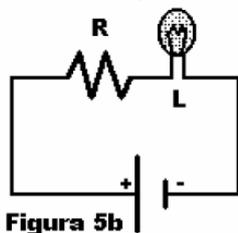


- a) aumenta o brilho de L_1 .
- b) o brilho de L_1 permanece o mesmo.
- c) diminui o brilho de L_1 .

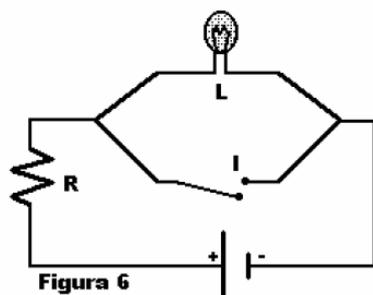
5) Nos circuitos 5a e 5b a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nestas situações:



- a) L brilha mais no circuito 5a.
- b) L brilha igual em ambos circuitos.
- c) L brilha mais no circuito 5b.



6) No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:



- a) L continua brilhando como antes.
- b) L deixa de brilhar.
- c) L diminui seu brilho mas não apaga.

*Reprodução parcial** de:

* **SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. e AXT, R.** Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 41(11): 1129–1133, nov. 1989.

**O teste completo, bem como análise dos resultados obtidos na aplicação do teste completo encontram-se disponíveis em http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Teste_corrente_eletrica.pdf; acesso em 05 mai 2013.

AULA 1 – APRESENTAÇÃO DOS CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA

SLIDE 1

CORRENTE ELÉTRICA

MATERIAIS CONDUTORES	SÓLIDOS Exemplo: METAIS	Os elétrons são os portadores de carga. Exemplos: ferro, níquel, cromo, alumínio etc.
	LÍQUIDOS Exemplo: SOLUÇÕES IÔNICAS	Íons positivos e negativos. Exemplos: solução de cloreto de sódio (NaCl) Solução de ácido clorídrico (HCl)
	GASOSOS Exemplo: GÁS NO INTERIOR DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE	Normalmente um gás é isolante, mas sob a ação de um campo elétrico forte, os íons positivos e elétrons tornam-se portadores de carga.
SEMICONDUCTORES		Alguns elementos como o silício e o germânio, quando puros são praticamente isolantes, mas no processo de dopagem (inserção de gálio ou arsênio, por exemplo) tornam-se condutores.
SUPERCONDUTORES		Existem substâncias com resistência nula próxima ao zero absoluto (como o mercúrio) e há materiais que fundidos formam cerâmicas supercondutoras, utilizadas em supercomputadores.

SLIDE 2

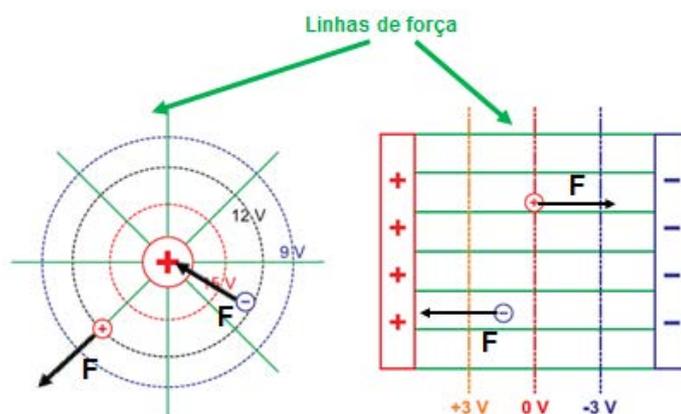
Corpos Carregados



Corpos Neutros ou Descarregados

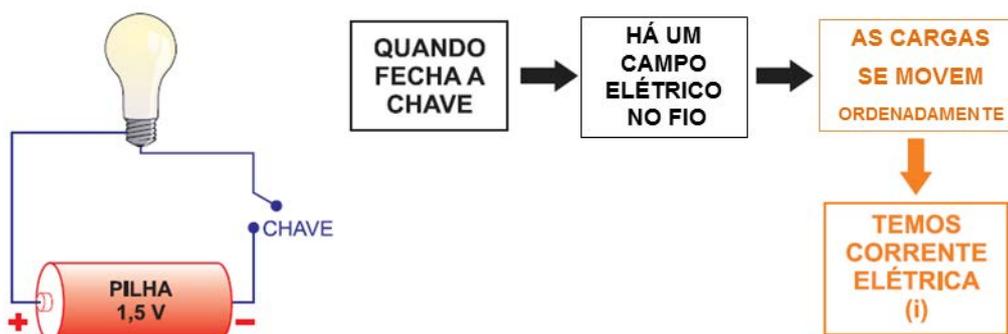


SLIDE 3



SLIDE 4

De forma simplificada, podemos dizer que

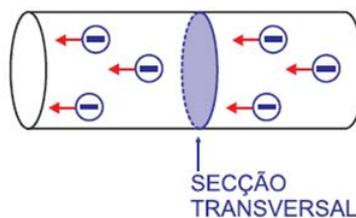


SLIDE 5

A **intensidade de corrente elétrica (i)** é a razão entre a quantidade de cargas (q) que passam através da secção transversal de um condutor elétrico e o intervalo de tempo (Δt).

$$i = \frac{q}{\Delta t}$$

Num condutor metálico...



Se num condutor passa uma corrente de 2 A, significa que na secção transversal do condutor passam 2 C a cada 1 s.

SLIDE 6

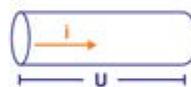
RESISTÊNCIA ELÉTRICA E A LEI DE OHM

Considere um resistor mantido com temperatura constante.

Sujeitando esse fio a diversas tensões, pode-se obter resultados como:

$$R = \frac{U}{i}$$

resistência (Ω) tensão (V) corrente (A)

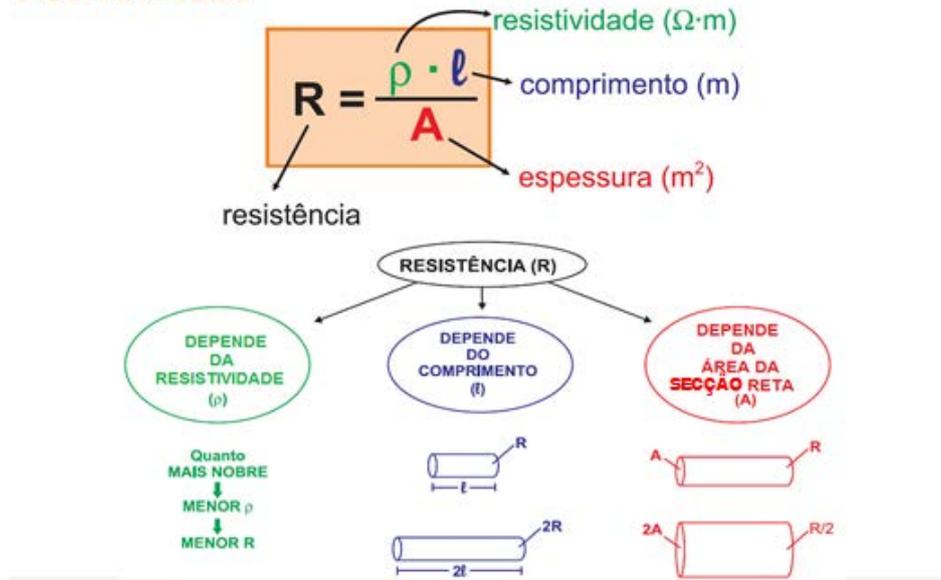


U	i
10 V	2 A
20 V	4 A
30 V	6 A

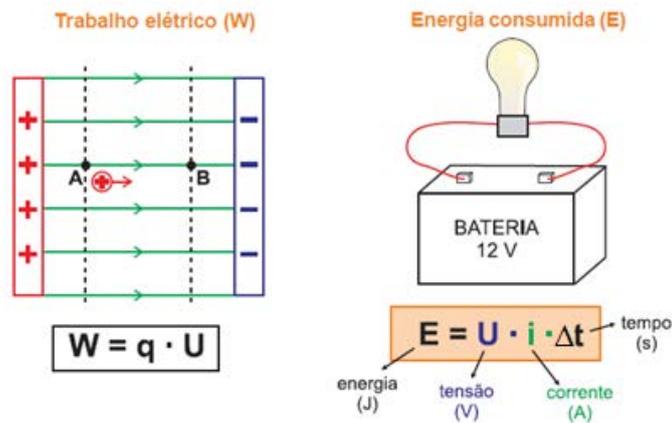
Note que há uma relação de proporcionalidade entre a tensão U e a corrente i.

SLIDE 7

Resistividade

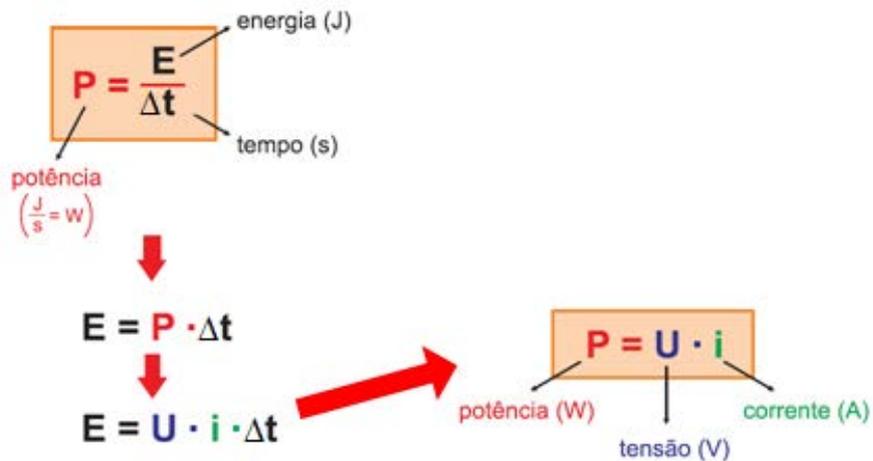


SLIDE 8



SLIDE 9

ENERGIA ELÉTRICA (E) e POTÊNCIA ELÉTRICA (P)



SLIDE 10

Potências usuais de alguns aparelhos

Aparelho	Potência
TV	80 W
Ferro elétrico	1.200 W
Forno de micro-ondas	1.500 W
Lâmpada incandescente	100 W
Chuveiro	5.000 W
Secador de cabelos	1.400 W

SLIDE 11

CEEE COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA
Av. Assis Brasil, 300 - CEP 11060-000 São José do Rio Preto - SP
CNPJ 08.904.000/0001-01 - Ins. Estadual 089.000.000-00
RUA FLORES - CENTRO DE ENERGIA ELÉTRICA
São José do Rio Preto - SP - 13050-000

Cliente e Unidade Consumidora
NOME DO USUÁRIO: [vazio] Número da Instalação: [vazio]
Endereço do usuário: [vazio]
Cidade: RESIDENCIAL COGAM - São José do Rio Preto - SP

Medição
Medidor: 148 kWh
Data de Medição: 30/11/2008
Lectura Anterior: 20500
Lectura Atual: 20648
Consumo: 148 kWh

Consumo Verificado em kWh

Período	Consumo (kWh)	Valor (R\$)
Out 2008	148	6,90
Nov 2008	148	6,90
Dez 2008	148	6,90
Jan 2009	148	6,90
Fev 2009	148	6,90
Mar 2009	148	6,90
Abr 2009	148	6,90
Mai 2009	148	6,90
Jun 2009	148	6,90
Jul 2009	148	6,90
Ago 2009	148	6,90
Sep 2009	148	6,90
Out 2009	148	6,90
Nov 2009	148	6,90
Dez 2009	148	6,90
Jan 2010	148	6,90
Fev 2010	148	6,90
Mar 2010	148	6,90
Abr 2010	148	6,90
Mai 2010	148	6,90
Jun 2010	148	6,90
Jul 2010	148	6,90
Ago 2010	148	6,90
Sep 2010	148	6,90
Out 2010	148	6,90
Nov 2010	148	6,90
Dez 2010	148	6,90
Jan 2011	148	6,90
Fev 2011	148	6,90
Mar 2011	148	6,90
Abr 2011	148	6,90
Mai 2011	148	6,90
Jun 2011	148	6,90
Jul 2011	148	6,90
Ago 2011	148	6,90
Sep 2011	148	6,90
Out 2011	148	6,90
Nov 2011	148	6,90
Dez 2011	148	6,90
Jan 2012	148	6,90
Fev 2012	148	6,90
Mar 2012	148	6,90
Abr 2012	148	6,90
Mai 2012	148	6,90
Jun 2012	148	6,90
Jul 2012	148	6,90
Ago 2012	148	6,90
Sep 2012	148	6,90
Out 2012	148	6,90
Nov 2012	148	6,90
Dez 2012	148	6,90
Jan 2013	148	6,90
Fev 2013	148	6,90
Mar 2013	148	6,90
Abr 2013	148	6,90
Mai 2013	148	6,90
Jun 2013	148	6,90
Jul 2013	148	6,90
Ago 2013	148	6,90
Sep 2013	148	6,90
Out 2013	148	6,90
Nov 2013	148	6,90
Dez 2013	148	6,90
Jan 2014	148	6,90
Fev 2014	148	6,90
Mar 2014	148	6,90
Abr 2014	148	6,90
Mai 2014	148	6,90
Jun 2014	148	6,90
Jul 2014	148	6,90
Ago 2014	148	6,90
Sep 2014	148	6,90
Out 2014	148	6,90
Nov 2014	148	6,90
Dez 2014	148	6,90
Jan 2015	148	6,90
Fev 2015	148	6,90
Mar 2015	148	6,90
Abr 2015	148	6,90
Mai 2015	148	6,90
Jun 2015	148	6,90
Jul 2015	148	6,90
Ago 2015	148	6,90
Sep 2015	148	6,90
Out 2015	148	6,90
Nov 2015	148	6,90
Dez 2015	148	6,90
Jan 2016	148	6,90
Fev 2016	148	6,90
Mar 2016	148	6,90
Abr 2016	148	6,90
Mai 2016	148	6,90
Jun 2016	148	6,90
Jul 2016	148	6,90
Ago 2016	148	6,90
Sep 2016	148	6,90
Out 2016	148	6,90
Nov 2016	148	6,90
Dez 2016	148	6,90
Jan 2017	148	6,90
Fev 2017	148	6,90
Mar 2017	148	6,90
Abr 2017	148	6,90
Mai 2017	148	6,90
Jun 2017	148	6,90
Jul 2017	148	6,90
Ago 2017	148	6,90
Sep 2017	148	6,90
Out 2017	148	6,90
Nov 2017	148	6,90
Dez 2017	148	6,90
Jan 2018	148	6,90
Fev 2018	148	6,90
Mar 2018	148	6,90
Abr 2018	148	6,90
Mai 2018	148	6,90
Jun 2018	148	6,90
Jul 2018	148	6,90
Ago 2018	148	6,90
Sep 2018	148	6,90
Out 2018	148	6,90
Nov 2018	148	6,90
Dez 2018	148	6,90
Jan 2019	148	6,90
Fev 2019	148	6,90
Mar 2019	148	6,90
Abr 2019	148	6,90
Mai 2019	148	6,90
Jun 2019	148	6,90
Jul 2019	148	6,90
Ago 2019	148	6,90
Sep 2019	148	6,90
Out 2019	148	6,90
Nov 2019	148	6,90
Dez 2019	148	6,90
Jan 2020	148	6,90
Fev 2020	148	6,90
Mar 2020	148	6,90
Abr 2020	148	6,90
Mai 2020	148	6,90
Jun 2020	148	6,90
Jul 2020	148	6,90
Ago 2020	148	6,90
Sep 2020	148	6,90
Out 2020	148	6,90
Nov 2020	148	6,90
Dez 2020	148	6,90
Jan 2021	148	6,90
Fev 2021	148	6,90
Mar 2021	148	6,90
Abr 2021	148	6,90
Mai 2021	148	6,90
Jun 2021	148	6,90
Jul 2021	148	6,90
Ago 2021	148	6,90
Sep 2021	148	6,90
Out 2021	148	6,90
Nov 2021	148	6,90
Dez 2021	148	6,90
Jan 2022	148	6,90
Fev 2022	148	6,90
Mar 2022	148	6,90
Abr 2022	148	6,90
Mai 2022	148	6,90
Jun 2022	148	6,90
Jul 2022	148	6,90
Ago 2022	148	6,90
Sep 2022	148	6,90
Out 2022	148	6,90
Nov 2022	148	6,90
Dez 2022	148	6,90
Jan 2023	148	6,90
Fev 2023	148	6,90
Mar 2023	148	6,90
Abr 2023	148	6,90
Mai 2023	148	6,90
Jun 2023	148	6,90
Jul 2023	148	6,90
Ago 2023	148	6,90
Sep 2023	148	6,90
Out 2023	148	6,90
Nov 2023	148	6,90
Dez 2023	148	6,90
Jan 2024	148	6,90
Fev 2024	148	6,90
Mar 2024	148	6,90
Abr 2024	148	6,90
Mai 2024	148	6,90
Jun 2024	148	6,90
Jul 2024	148	6,90
Ago 2024	148	6,90
Sep 2024	148	6,90
Out 2024	148	6,90
Nov 2024	148	6,90
Dez 2024	148	6,90
Jan 2025	148	6,90
Fev 2025	148	6,90
Mar 2025	148	6,90
Abr 2025	148	6,90
Mai 2025	148	6,90
Jun 2025	148	6,90
Jul 2025	148	6,90
Ago 2025	148	6,90
Sep 2025	148	6,90
Out 2025	148	6,90
Nov 2025	148	6,90
Dez 2025	148	6,90
Jan 2026	148	6,90
Fev 2026	148	6,90
Mar 2026	148	6,90
Abr 2026	148	6,90
Mai 2026	148	6,90
Jun 2026	148	6,90
Jul 2026	148	6,90
Ago 2026	148	6,90
Sep 2026	148	6,90
Out 2026	148	6,90
Nov 2026	148	6,90
Dez 2026	148	6,90
Jan 2027	148	6,90
Fev 2027	148	6,90
Mar 2027	148	6,90
Abr 2027	148	6,90
Mai 2027	148	6,90
Jun 2027	148	6,90
Jul 2027	148	6,90
Ago 2027	148	6,90
Sep 2027	148	6,90
Out 2027	148	6,90
Nov 2027	148	6,90
Dez 2027	148	6,90
Jan 2028	148	6,90
Fev 2028	148	6,90
Mar 2028	148	6,90
Abr 2028	148	6,90
Mai 2028	148	6,90
Jun 2028	148	6,90
Jul 2028	148	6,90
Ago 2028	148	6,90
Sep 2028	148	6,90
Out 2028	148	6,90
Nov 2028	148	6,90
Dez 2028	148	6,90
Jan 2029	148	6,90
Fev 2029	148	6,90
Mar 2029	148	6,90
Abr 2029	148	6,90
Mai 2029	148	6,90
Jun 2029	148	6,90
Jul 2029	148	6,90
Ago 2029	148	6,90
Sep 2029	148	6,90
Out 2029	148	6,90
Nov 2029	148	6,90
Dez 2029	148	6,90
Jan 2030	148	6,90
Fev 2030	148	6,90
Mar 2030	148	6,90
Abr 2030	148	6,90
Mai 2030	148	6,90
Jun 2030	148	6,90
Jul 2030	148	6,90
Ago 2030	148	6,90
Sep 2030	148	6,90
Out 2030	148	6,90
Nov 2030	148	6,90
Dez 2030	148	6,90
Jan 2031	148	6,90
Fev 2031	148	6,90
Mar 2031	148	6,90
Abr 2031	148	6,90
Mai 2031	148	6,90
Jun 2031	148	6,90
Jul 2031	148	6,90
Ago 2031	148	6,90
Sep 2031	148	6,90
Out 2031	148	6,90
Nov 2031	148	6,90
Dez 2031	148	6,90
Jan 2032	148	6,90
Fev 2032	148	6,90
Mar 2032	148	6,90
Abr 2032	148	6,90
Mai 2032	148	6,90
Jun 2032	148	6,90
Jul 2032	148	6,90
Ago 2032	148	6,90
Sep 2032	148	6,90
Out 2032	148	6,90
Nov 2032	148	6,90
Dez 2032	148	6,90
Jan 2033	148	6,90
Fev 2033	148	6,90
Mar 2033	148	6,90
Abr 2033	148	6,90
Mai 2033	148	6,90
Jun 2033	148	6,90
Jul 2033	148	6,90
Ago 2033	148	6,90
Sep 2033	148	6,90
Out 2033	148	6,90
Nov 2033	148	6,90
Dez 2033	148	6,90
Jan 2034	148	6,90
Fev 2034	148	6,90
Mar 2034	148	6,90
Abr 2034	148	6,90
Mai 2034	148	6,90
Jun 2034	148	6,90
Jul 2034	148	6,90
Ago 2034	148	6,90
Sep 2034	148	6,90
Out 2034	148	6,90
Nov 2034	148	6,90
Dez 2034	148	6,90
Jan 2035	148	6,90
Fev 2035	148	6,90
Mar 2035	148	6,90
Abr 2035	148	6,90
Mai 2035	148	6,90
Jun 2035	148	6,90
Jul 2035	148	6,90
Ago 2035	148	6,90
Sep 2035	148	6,90
Out 2035	148	6,90
Nov 2035	148	6,90
Dez 2035	148	6,90
Jan 2036	148	6,90
Fev 2036	148	6,90
Mar 2036	148	6,90
Abr 2036	148	6,90
Mai 2036	148	6,90
Jun 2036	148	6,90
Jul 2036	148	6,90
Ago 2036	148	6,90
Sep 2036	148	6,90
Out 2036	148	6,90
Nov 2036	148	6,90
Dez 2036	148	6,90
Jan 2037	148	6,90
Fev 2037	148	6,90
Mar 2037	148	6,90
Abr 2037	148	6,90
Mai 2037	148	6,90
Jun 2037	148	6,90
Jul 2037	148	6,90
Ago 2037	148	6,90
Sep 2037	148	6,90
Out 2037	148	

Aplicativo (app) ‘Casa Virtual’, de Furnas, permite simular consumo de energia elétrica e determinar valores aproximados de sua conta de luz

BASEADO EM:

<http://blogs.estadao.com.br/daniel-gonzales/app-casa-virtual-de-furnas-permite-simular-consumo-de-energia-e-de-quanto-sera-sua-conta-de-luz/> ACESSO EM: 18 de maio de 2013

O aplicativo CASA VIRTUAL foi desenvolvido e lançado pelas Furnas Centrais Elétricas, empresa brasileira de geração e transmissão de energia elétrica. De forma simplificada e objetiva, permite ao usuário estimar os consumos médios de energia elétrica mensal, bem como fazer o cálculo do gasto aproximado com energia elétrica. O aplicativo tem limitações*, mas é útil para dar uma ideia geral ao usuário sobre os consumos de energia elétrica dos aparelhos de uma residência, ajudando o usuário a identificar os aparelhos que consomem mais ou menos energia elétrica.

O aplicativo é gratuito e está disponível para o *iOS*¹e *Android*²(plataformas de sistemas operacionais).

1- DISPONÍVEL EM: <https://itunes.apple.com/br/app/casa-virtual-furnas/id616310318?mt=8>

2- DISPONÍVEL EM: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.hdntecnologia.casavirtual>



Figura 1:Tela inicial do aplicativo.

A tela inicial o aplicativo apresenta três opções (como vemos na Figura 1):

LANTERNA
CRONÔMETRO
MINHA CASA

Clicando em cada opção, você terá uma aplicação diferente:

- **MINHA CASA:** nesta seção, você seleciona a região onde você reside (as tarifas são diferenciadas nas regiões do país), os ambientes que existem em sua residência, os aparelhos presentes em cada um deles e, depois, a média de consumo diário. Com isso, você compõe um quadro dos aparelhos que possui e o aplicativo, por sua vez, calcula e informa qual seu gasto total de energia mensal (baseado nas suas estimativas), que virá na conta (com a ressalva, é claro que se trata de uma previsão ou aproximação do valor).



Na Figura 2 temos uma amostra de como são as opções do aplicativo depois de acessar a seção Minha Casa. Você poderá acrescentar outros cômodos e em cada um deles inserir diversos aparelhos elétricos e estimar o tempo de permanência ligado diariamente para cada um deles.

Figura 2: É possível selecionar o ambiente da casa a ser analisado.

*Algumas limitações do aplicativo: não é possível selecionar o preço de 1 kWh (que varia de uma localidade para outra – o aplicativo utiliza um único valor de kWh para cada região do país), não é possível editar a potência dos aparelhos e para colocar diversos aparelhos no mesmo ambiente de uma residência é necessário acrescentar um a um (imagine uma sala com 20 lâmpadas, como será trabalhoso acrescentar uma a uma no aplicativo).



Figura3: Inserindo a região e escolhendo a aparelho, o aplicativo calcula o consumo de energia elétrica.

- **CRONÔMETRO:** apresenta uma lista de aparelhos eletroeletrônicos e permite selecionar a região do país onde você reside. Com isso, dá para simular qual o gasto de energia de determinado aparelho, via cronômetro – que vai marcando em tempo real os valores do consumo em kWh (quilowatts-hora) e qual o valor equivalente em reais – e também quanto você vai gastar se o dispositivo em questão permanecer ligado por uma hora, um dia, 15 dias ou 30 dias (Figura 3).

Os aparelhos vão sendo cadastrados no aplicativo e é possível adicionar outros, caso as opções oferecidas pelo aplicativo não sejam suficientes (Figura 4).



Figura 4: Selecionado o ambiente da casa, você escolhe os aparelhos elétricos e em seguida o tempo que eles permanecem ligados por dia.

ATIVIDADE

Utilizando o aplicativo CASA VIRTUAL, cadastre os aparelhos elétricos sua casa para que possamos acompanhar ao longo de nosso curso o consumo de energia elétrica em sua residência.

Mostre o aplicativo para as pessoas que moram com você e faça pequenas simulações utilizando a opção CRONÔMETRO para que a pessoas também comecem a ter ideia do gasto mensal de cada aparelho de sua residência. Na aula seguinte, teremos um momento para que relatem suas experiências junto aos familiares.

AULA 1 - ESTUDO SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESCOLA: _____

PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

CORRENTE ELÉTRICA

A expressão “corrente elétrica” está associada à concepção de que as cargas podem fluir num condutor, de forma análoga ao que acontece num cano no qual pode fluir a água. Veremos adiante que essa analogia não é correta, pois a corrente elétrica trata do movimento dos portadores de carga elétrica. Os materiais são classificados de acordo com seus portadores de carga (Tabela 1):

MATERIAIS CONDUTORES	SÓLIDOS Exemplo: METAIS	Os elétrons são os portadores de carga. Exemplos: ferro, níquel, cromo, alumínio etc.
	LÍQUIDOS Exemplo: SOLUÇÕES IÔNICAS	Íons positivos e negativos. Exemplos: solução de cloreto de sódio (NaCl) Solução de ácido clorídrico (HCl)
	GASOSOS Exemplo: GÁS NO INTERIOR DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE	Normalmente um gás é isolante, mas sob a ação de um campo elétrico forte, os íons positivos e elétrons tornam-se portadores de carga.
SEMICONDUCTORES		Alguns elementos como o silício e o germânio, quando puros são praticamente isolantes, mas no processo de dopagem (inserção de gálio ou arsênio, por exemplo) tornam-se condutores.
SUPERCONDUTORES		Existem substâncias com resistência nula próxima ao zero absoluto (como o mercúrio) e há materiais que fundidos formam cerâmicas supercondutoras, utilizadas em supercomputadores.

Tabela 1: Classificação dos materiais quanto ao fluxo de cargas elétricas.

Independente de serem condutores ou isolantes, todos os corpos possuem cargas elétricas. Isso nos remete à estrutura atômica e à formação do átomo. De forma simplificada, sem explorar modelos mais avançados que envolvam o estudo de partículas elementares, podemos dizer que o **átomo é composto por prótons (+), nêutrons (sem carga) e elétrons (-)**. Quando um corpo está positivamente carregado, dizemos que há um número maior de prótons do que de elétrons nesse corpo, se há excesso de elétrons dizemos que o corpo está negativamente carregado e definimos como neutro aquele corpo que tem quantidades iguais de prótons e elétrons. Note que, independentemente de ser um corpo positivo, negativo ou neutro, sempre há cargas negativas e positivas no corpo, contrariando uma concepção errada que algumas pessoas têm de que corpos neutros não têm cargas elétricas. **Cargas elétricas fazem parte da estrutura de todos os átomos, logo todos os corpos têm cargas elétricas.**

É necessário lembrar também que toda a matéria é composta por átomos e esses átomos estão sempre em movimento devido à sua temperatura (agitação térmica). Em nosso estudo das cargas elétricas que estão, por exemplo num fio, também podemos desprezar a energia cinética dessas cargas, pois essa energia responsável pelo movimento de deriva das cargas no interior do condutor à temperatura ambiente é muito pequena se comparada à energia elétrica consumida em um resistor. Além desse movimento vibratório das cargas, que é muito irregular (desordenado e que não deixa de existir mesmo quando há corrente elétrica no condutor), não é o único movimento das cargas elétricas. Elas podem se mover pelo condutor num único sentido e dizemos que a corrente elétrica é contínua. Porém, se o movimento resultante dos portadores de carga for oscilatório em torno de posições fixas, dizemos que a corrente é alternada.

Mas como fazer as cargas elétricas se moverem dentro de um condutor num movimento ordenado (num único sentido) ou num movimento oscilatório (alternado)? Como controlar esse movimento das cargas?

A resposta para a pergunta é: uma das formas é aplicar uma força elétrica sobre as cargas livres sempre com a mesma orientação.

E como aplicar uma força elétrica nas cargas elétricas livres?

Para gerar a força elétrica é necessário criar um campo elétrico na região na qual esteja a carga elétrica, uma vez que cargas elétricas imersas num campo elétrico ficam sujeitas a ação da força elétrica.

E como gerar o campo elétrico?

Para isso é necessário uma diferença de potencial (U) e aí surge o importante papel de uma bateria (ou outra fonte de tensão), num circuito elétrico. Todos os circuitos elétricos estão cheios de cargas elétricas (há cargas elétricas dentro do fio, na lâmpada,...), mas a bateria é a responsável pela geração da diferença de potencial que fará com que os portadores de carga tenham um movimento ordenado no circuito elétrico. Sem essa fonte de tensão as cargas elétricas ali existentes (no fio e na lâmpada) não se movem o suficiente (lembre-se que deve haver movimento das cargas elétricas para haver corrente elétrica) para fazer o filamento da lâmpada se tornar incandescente e emitir radiação visível (acender a lâmpada). Portanto, **uma fonte de tensão não dá cargas elétricas ao circuito elétrico, mas faz essas cargas elétricas se moverem ao gerar uma diferença de potencial** que fará as cargas elétricas, então imersas num campo elétrico, serem arrastadas devido a ação da força elétrica.

É fundamental que se entenda que as cargas elétricas já existem no circuito, mesmo antes de ligarmos os fios à fonte. A diferença de potencial fará as cargas se moverem num único sentido ou oscilando, mas a velocidade de deriva é sempre muito pequena, menor do que 1 mm/s. É errado pensar, por exemplo, que ao clicar um interruptor para acender uma lâmpada em nossa casa, as cargas que estão passando no interruptor são as mesmas que passam pelo filamento da lâmpada. As diferentes cargas que estão no filamento da lâmpada e que estão no interruptor têm movimento de deriva (nos circuitos residenciais as cargas elétricas estão oscilando – corrente alternada). Então, se ligarmos diversas lâmpadas em sequência (série), a corrente elétrica será a mesma em todas elas.

De forma simplificada podemos analisar um circuito da seguinte forma:

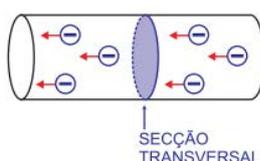
De forma simplificada, podemos dizer que



Figura1: esquema simplificado de uma lâmpada ligado à pilha.

A **intensidade de corrente elétrica (i)** é a razão entre a quantidade de cargas (q) que passa através da secção transversal de um condutor elétrico num certo intervalo de tempo (Δt)

$$i = \frac{q}{\Delta t}$$



Exemplo:
Se a intensidade da corrente num condutor vale 2A, significa que a cada 1s passa uma quantidade de cargas igual a 2C (Figura 2).

Figura2: cargas em movimento num fio.

Dispositivos de segurança

Há dispositivos de segurança que são utilizados nos circuitos elétricos com a finalidade de proteger para o caso de excesso na intensidade de corrente elétrica. Os dispositivos mais comuns utilizados são apresentados abaixo:

Fusível



Figura 3: o fusível

Num fusível (Figura 3), quando a intensidade de corrente elétrica excede um valor máximo ele “QUEIMA”, ou seja, o aparelho no qual ele está ligado, deixa de funcionar, uma vez que o excesso de corrente pode aquecer o dispositivo. É necessário trocar o fusível para que o aparelho volte a funcionar.

Disjuntor



Figura 4: o disjuntor

Num disjuntor (Figura 4), quando a intensidade de corrente elétrica excede um valor máximo ele “DESARMA”, ou seja, o aparelho no qual ele está ligado, deixa de funcionar. Isso ocorre por que a corrente elétrica gera um campo magnético e uma força magnética sobre a chave. Basta “armar” novamente o disjuntor para reestabelecer a ligação do circuito.



Sentido da corrente elétrica

Embora a corrente elétrica seja uma grandeza escalar, é necessário definir o sentido associado a ela.

Condutor metálico

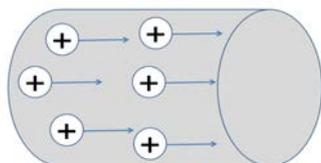


Figura 5: num fio, as cargas se movem ordenadamente no sentido do campo elétrico.

Solução eletrolítica

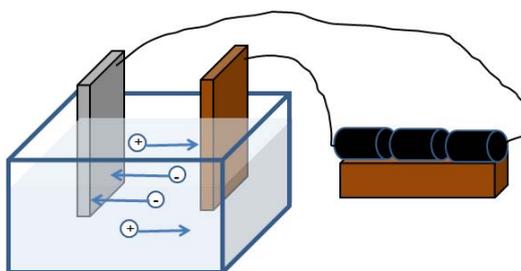


Figura 6: numa solução, os portadores de cargas são positivos e negativo se ambos se movem.

O sentido da corrente elétrica é dado pelo sentido do campo elétrico no interior do condutor.

Num condutor elétrico, os portadores de cargas que se movem são os elétrons. Adotamos como sentido convencional da corrente o sentido do campo elétrico, coincidindo este com o sentido de movimento dos portadores que têm cargas positivas.

Tipos de Corrente elétrica

Corrente contínua

O campo elétrico resultante no interior do condutor tem um único sentido (campo elétrico no interior do condutor não varia o sentido).

Exemplos:



Figura 7: bateria



Figura 8: pilha

Corrente alternada

O campo elétrico resultante varia de sentido no interior do condutor (o campo elétrico no interior do condutor oscila varia o sentido).

Exemplo:

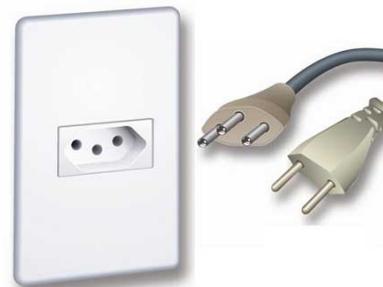


Figura 9: tomada

Figuras disponíveis em:

Figura 7: <http://tunados.net/desperdicio-baterias-dos-veiculos-estao-sendo-trocadas-sem-necessidade>

Figura 8: <http://www.lojatudo.com.br/pilha-alkalina-aaaa-energizer.html>

Figura 9: <http://www.engenhariaeletrotecnica.com.br/portugues/informacoes%20tecnicas/nbr-14136.htm>

Acesso em: 10 jan. 2015

TESTANDO TEUS CONHECIMENTOS

01. (UFRGS) Nos metais, as partículas responsáveis pela condução de corrente elétrica são, na realidade,
 (A) prótons. (C) cátions. (E) núcleos.
 (B) elétrons. (D) ânions.

02. (PUCRS) Uma corrente elétrica que flui num condutor tem um valor igual a 5 (cinco) ampères. Pode-se, então, afirmar que a carga que passa numa seção reta do condutor é de
 (A) um coulomb, em cada cinco segundos.
 (B) cinco coulombs, em cada cinco segundos.
 (C) um quinto de coulomb, em cada segundo.
 (D) um coulomb, em cada segundo.
 (E) um coulomb, em cada quinto de segundo.

03. (UFRGS) Uma quantidade de carga de 120 coulombs passa uniformemente pela seção transversal de um fio condutor durante um minuto. Qual a intensidade da corrente elétrica, em ampères, nesse condutor?
 (A) 1/30 (C) 2 (E) 120
 (B) 1/2 (D) 30

RESISTÊNCIA ELÉTRICA E A LEI DE OHM

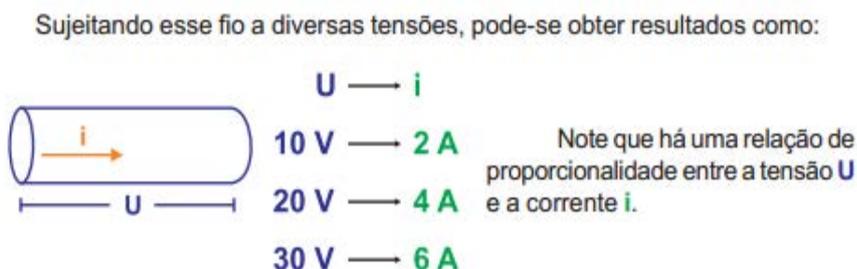
Sujeitando um condutor a diversas tensões (U) percebe-se que a intensidade de corrente (i) que passa no condutor varia conforme varia a tensão. Percebe-se também que fios feitos de materiais diferentes podem apresentar valores diferentes para a intensidade de corrente elétrica que os percorrem. A razão entre a diferença de potencial (U) aplicada num condutor e a intensidade de corrente elétrica (i) que passa na seção transversal desse condutor é definida como a **resistência elétrica (R)** desse condutor:

$$R = \frac{U}{i}$$

resistência (Ω)

tensão (V)

corrente (A)



George Simon Ohm (1789-1854), físico alemão, foi o responsável pela formulação da relação entre resistência elétrica (R), tensão (U) e intensidade de corrente (i). Chegou à lei que leva seu nome baseado nos estudos do físico e matemático francês Joseph Fourier que estudou a condução do fluxo de calor ao longo de uma barra.

Quando a razão entre diferença de potencial e a intensidade de corrente se mantém constante, a resistência do condutor se mantém constante e dizemos que o RESISTOR é ÔHMICO.

Observe o exemplo da variação da tensão (U) pela corrente elétrica (i):

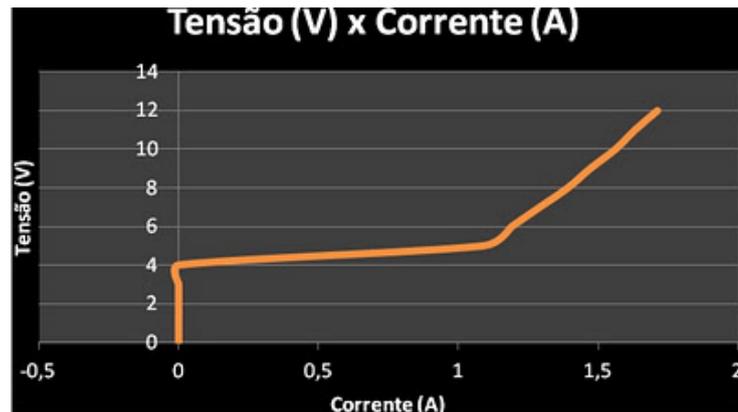


Gráfico 1: gráfico Uxi do experimento do IF-Camaçari - BA

O Gráfico 1 faz parte de um trabalho feito por um grupo de alunos do Instituto Federal de Educação da Bahia – Campus Camaçari. Eles montaram um circuito elétrico e analisaram o comportamento da corrente elétrica em função da mudança de tensão. Após realizarem o experimento e construírem o gráfico, perceberam que seus resultados demonstram um comportamento linear ôhmico para o resistor analisado até corrente elétrica de um pouco mais do que 1A (percebe que o gráfico é uma reta até esse valor de corrente elétrica com a razão U/i constante) e para correntes elétricas maiores do que 1A há uma mudança na reta do gráfico, ou seja, a razão U/i não se mantém constante.

Experimento completo disponível em: <http://fisicaeletro.blogspot.com.br/2011/11/laboratorio-1-lei-de-ohm.html>; acesso em: 10 jan. 2015.

Perguntas intrigantes

Quando falamos no dia a dia sobre corrente elétrica e voltagem dos aparelhos, há pessoas que pensam que a intensidade de um choque elétrico está associada somente à diferença de potencial. Uma das frases ditas popularmente (de forma equivocada) é “tomei um choque de 220 V”. Um dos efeitos de um choque elétrico é a contração muscular, efeito fisiológico da passagem de corrente elétrica pelo corpo humano, mas o “choque” não depende só da tensão elétrica, mas também da corrente e da resistência elétrica do condutor. A seguir, vemos as perguntas comumente feitas pelas pessoas e uma breve explicação de como interpretar tais situações:

Um “choque 220 V” pode ser fatal?*

O corpo humano seco tem resistência elétrica com valor de aproximadamente 100.000Ω . Com o corpo molhado a resistência é reduzida para cerca de 1.000Ω . Por esse motivo, para a mesma tensão ($U=220 \text{ V}$) temos correntes elétricas diferentes nas duas situações e conseqüentemente efeitos diferentes no corpo humano.

Qual “choque” é mais intenso: 110 V ou 220 V?

Para efeito de cálculo, pegamos um o valor aproximado da resistência elétrica com o corpo molhado ($R=1000 \Omega$) e consideramos o resistor ôhmico. Calculando a corrente que passa num circuito ligado em 110 V e em 220 V, percebemos que a corrente elétrica é maior em 220 V (o dobro da corrente que passa em 110 V). Com o dobro da corrente, o efeito de contração muscular também será maior.

Um “choque de 220V” pode ser fatal?

Corpo seco

Corpo molhado

$$R = 100.000\Omega$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$U = R \cdot i$$

$$220 = 100.000 \cdot i$$

$$i = 0,22 \text{ mA}$$

$$R = 1000\Omega$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$U = R \cdot i$$

$$220 = 1000 \cdot i$$

$$i = 220 \text{ mA}$$

Para essa situação, podemos concluir que

Se a tensão (U)
é constante

Quanto maior a resistência (R),
maior a corrente elétrica (i)

Qual “choque é mais intenso: 110V ou 220V”?

Para resistência constante (exemplo: $R = 1000\Omega$)

$$U = 110 \text{ V}$$

$$R = 1000\Omega$$

$$U = R \cdot i$$

$$110 = 1000 \cdot i$$

$$i = 110 \text{ mA}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$R = 1000\Omega$$

$$U = R \cdot i$$

$$220 = 1000 \cdot i$$

$$i = 220 \text{ mA}$$

Aqui, concluímos que

Se a resistência (R)
é constante

Quanto maior a tensão (U),
maior a corrente elétrica (i)

*Veja uma pergunta e resposta sobre o assunto: Intensidade da corrente elétrica perigosa para humanos;
Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=590>; Acesso em 1 jul. 2014.

Resistores

Os resistores são componentes destinados à limitação da passagem de corrente elétrica num circuito elétrico.



Figura 10: resistência de chuveiro

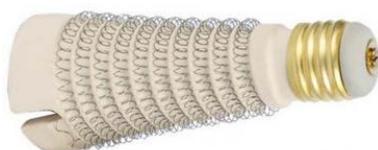


Figura 11: resistência de aquecedor

A maioria dos resistores que não se destinam ao aquecimento é construída de materiais que são péssimos condutores quando comparados aos metais.



Figura 12: resistor em circuitos eletrônicos



Figura 13: resistor sensível à luz

Imagens disponíveis em:

Imagem 10: <http://www.distribuidora1000.com.br>

Imagem 11: <http://www.comercialbonzaocom.br>

Imagem 12: <http://www.burgoseletronica.net>

Imagem 13: <http://www.acmk2012.blogspot.com>

Acesso em: 10 jan. 2015

TESTANDO TEUS CONHECIMENTOS

01. (PUCRS) Um condutor estava sob uma tensão de 100 V. Variando-se essa tensão, a corrente no condutor tornou-se três vezes maior. Supondo que a resistência do condutor não variou, o novo valor da tensão será, em volts:

- (A) 150 (B) 100 (C) 126 (D) 200 (E) 300

02. A razão entre a diferença de potencial (U) e a intensidade de corrente (i) que passa num condutor é definida como a resistência elétrica do condutor. Quando um resistor é dito ôhmico, sua resistência _____ . Sendo a tensão $U=100\text{V}$ num resistor e a intensidade de corrente $i=2\text{A}$, a resistência elétrica vale _____. Completando a frase, temos:

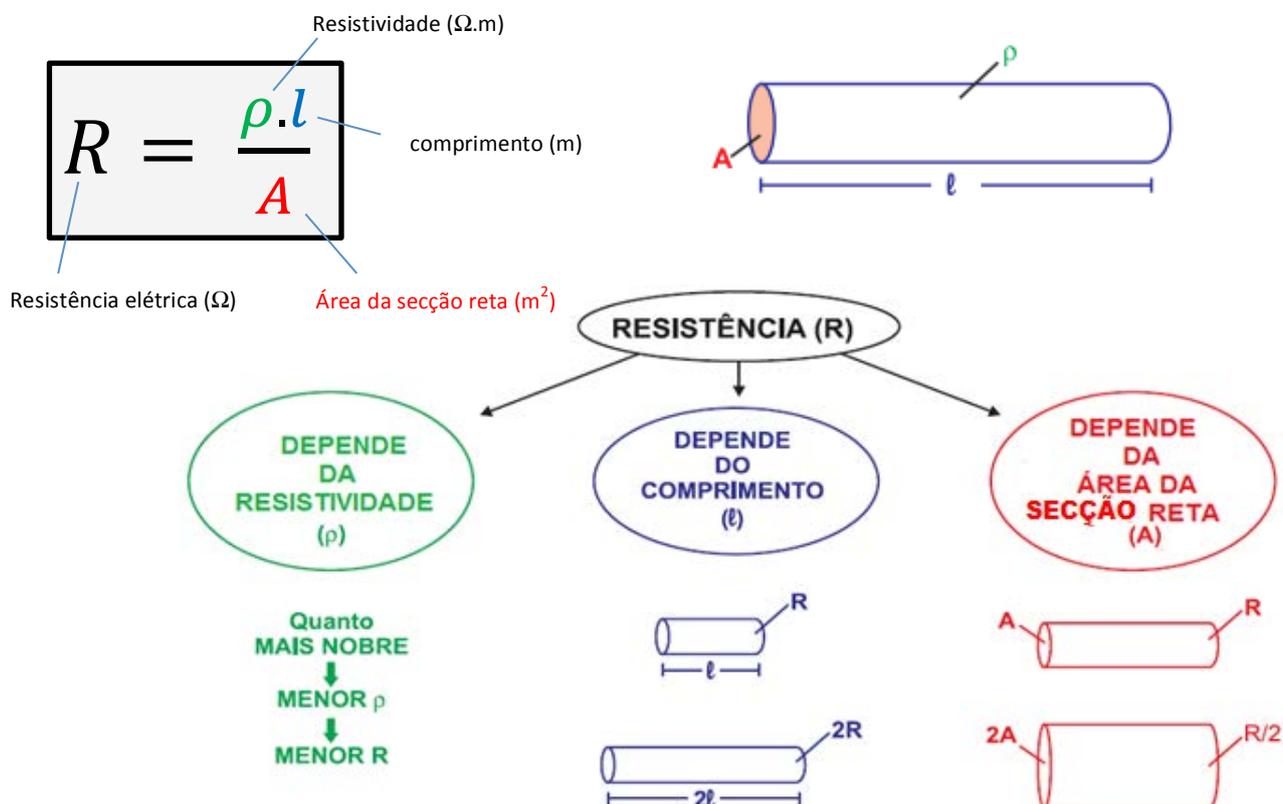
- (A) é variável - 50Ω (C) é nula - 50Ω (E) é constante - 200Ω
 (B) é variável - 200Ω (D) é constante - 50Ω

03. As lâmpadas incandescentes têm filamentos feitos de tungstênio pelo qual passam correntes elétricas que fazem as lâmpadas brilharem. Quando uma lâmpada é ligada à rede 220 V passa uma corrente de 1A pelo filamento, ou seja, a resistência do filamento vale _____. Supondo que o filamento da lâmpada tenha sua resistência elétrica constante, quando a mesma lâmpada for ligada em 110 V a corrente no filamento será _____. Completando a frase, correta e respectivamente, temos:

- (A) 220Ω - 2A (B) 110Ω - 1A (E) 55Ω - 4A
 (C) 220Ω - 0,5A (D) 110Ω - 2A

Resistividade

A resistividade é uma característica de cada condutor. Condutores com as mesmas dimensões (comprimento e área da seção transversal), mesmo em temperaturas iguais e sujeitos à mesma diferença de potencial podem ter intensidades de correntes elétricas diferentes passando nesses condutores. Isso se deve à resistividade, que está relacionada ao material de que cada fio é feito. Veja então que a **resistência elétrica de um fio depende do material que o condutor é feito, de suas dimensões e da temperatura.**



Conforme sua resistividade, um material pode ser considerado condutor ou isolante. Abaixo, alguns valores aproximados de resistividade à temperatura de 20°C (Figura 14):

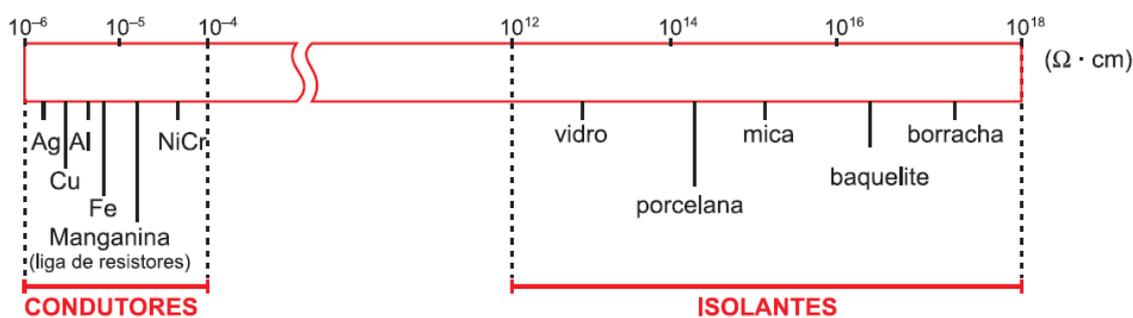


Figura 14: valores das resistividades de alguns materiais

Com o aumento da temperatura ocorrem dois efeitos nos materiais:

- aumento da agitação molecular;
- aumento do número de elétrons livres que deixam o átomo e passam para a nuvem eletrônica.

Nos metais puros, o efeito da agitação molecular se sobrepõe ao aumento do número de elétrons livres na nuvem eletrônica, com isso aumenta a resistividade com o aumento da temperatura. Já no grafite, o aumento no número de elétrons na nuvem eletrônica sobrepõe o aumento da agitação molecular, diminuindo a resistividade com o aumento da temperatura. Na manganina ambos os efeitos se compensam.

TESTANDO TEUS CONHECIMENTOS

01. Um fio de comprimento L e área de seção transversal A tem resistência R . Se esse fio for substituído por outro de mesmo material e espessura, porém com o triplo do comprimento, a nova resistência seria, em relação à anterior...

- (A) três vezes menor
- (B) nove vezes maior
- (C) igual
- (D) três vezes maior
- (E) nove vezes menor

02. O cobre tem resistividade que vale aproximadamente $1,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ na temperatura de 20° C. Então, se temos 50m de fio cuja espessura vale $3mm^2$, a resistência elétrica desse condutor vale

- (A) $3 \cdot 10^{-3} \Omega$
- (B) $3 \cdot 10^{-2} \Omega$
- (C) $0,3 \Omega$
- (D) 3Ω
- (E) 30Ω

03. Paulinho monta um circuito elétrico e utiliza um fio de comprimento l e espessura A , de forma que sua resistência seja R , como vemos na figura 1. Depois, corta esse fio em três partes iguais e liga as três partes uma ao lado do outro, como na figura 2.

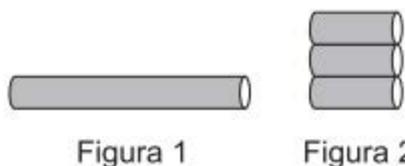


Figura 1

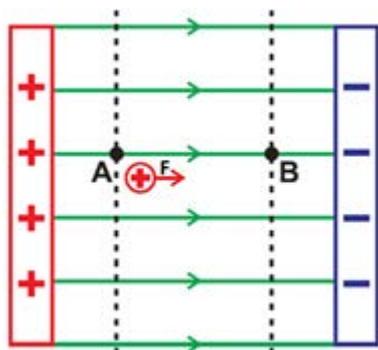
Figura 2

Então, em relação ao circuito inicial, a nova resistência vale

- (A) R
- (B) $R/3$
- (C) $R/9$
- (D) $3R$
- (E) $9R$

ENERGIA ELÉTRICA (E) E POTÊNCIA ELÉTRICA (P)

Na região de um campo elétrico uniforme entre duas placas paralelas, podemos calcular a energia que uma carga elétrica necessita para ir de um ponto A até um ponto B desse campo (cálculo do trabalho do campo elétrico), como podemos ver na Figura 15 das placas paralelas, abaixo.



Supondo uma carga elétrica positiva imersa no campo elétrico uniforme cujas linhas aparecem entre as placas, inicialmente em repouso, sob a ação exclusiva da força elétrica (F), horizontal e que aponta para a direita.

Nos pontos A e B, podemos calcular a energia potencial elétrica (E_{pe}) da carga elétrica (q) imersa no campo elétrico (E) nos pontos A e B, onde a carga elétrica tem potenciais elétricos V_A e V_B , respectivamente:

$$E_{pe-A} = q \cdot V_A \qquad E_{pe-B} = q \cdot V_B \qquad \text{Equações 1 e 2}$$

Figura15: campo elétrico uniforme entre placas paralelas

O trabalho elétrico é a variação da energia potencial elétrica entre os pontos A e B:

$$\tau_{A-B} = E_{pe-B} - E_{pe-A} = q \cdot V_B - q \cdot V_A \qquad \text{Equação 3}$$

Então, temos que o trabalho elétrico (τ) quando a carga se move (ou é movida) entre dois pontos quaisquer de um campo elétrico é dado por

$$\tau = U \cdot q \qquad \text{Equação 4}$$

O U é a diferença de potencial entre esses dois pontos do campo elétrico.

No interior de um condutor, também há um campo elétrico que pode fazer as cargas livres se moverem. A energia elétrica consumida quando as cargas livres se movem também pode ser calculada da mesma forma que calculamos o trabalho elétrico. Utilizando a equação do trabalho:

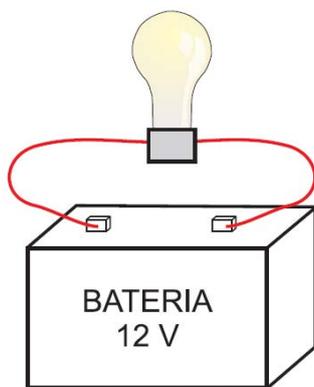


Figura16: bateria conectada à lâmpada.

$$\tau = U \cdot q$$

Num condutor, podemos ter n cargas elétricas em movimento na seção reta do condutor. A intensidade da corrente elétrica é dada por:

$$i = \frac{q}{\Delta t}$$

Ao substituir a equação da intensidade da corrente na equação do trabalho elétrico, estamos calculando o trabalho elétrico para as n cargas em movimento, ou seja, estamos calculando a energia elétrica consumida:

$$E = U \cdot i \cdot \Delta t$$

Observe que a energia consumida depende da tensão (U), da intensidade da corrente elétrica (i) que passa no condutor e do intervalo de tempo (Δt) que o aparelho permanece ligado (Figura 16).

Exemplo:

Uma lâmpada é ligada a uma bateria de 10V. No filamento dessa lâmpada passa uma corrente de 2A durante 1min (considere os fios do circuito ideais, bem como a fonte de tensão). Qual a energia consumida por essa lâmpada a cada 1s?

O cálculo da energia em 1min é dado por

$$E = U \cdot i \cdot \Delta t$$

$$E = 10 \cdot 2 \cdot 60$$

$$E = 1200 \text{ J}$$

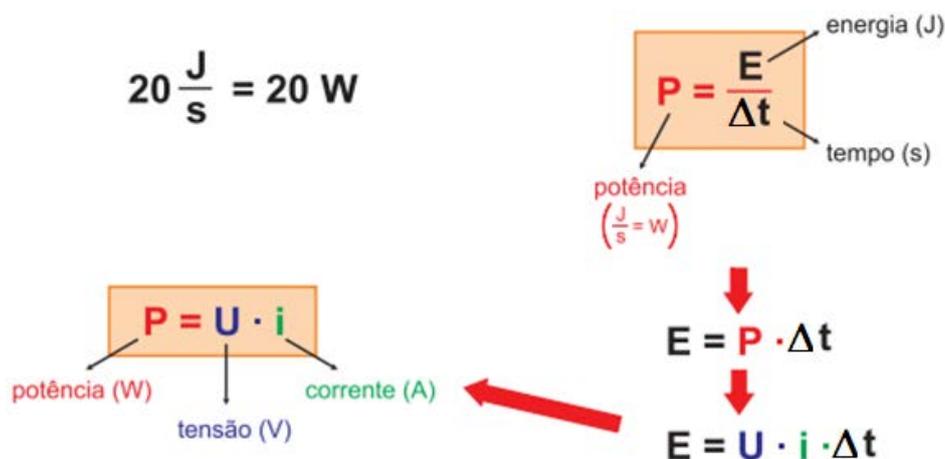
Se em 1min consumiu 1200J, então em 1s:

$$E = 1200/60$$

$$E = 20 \text{ J}$$

Se a lâmpada consome 20J a cada 1s, podemos afirmar que a **potência é 20W**, ou seja, **20J/s**.

$$20 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 20 \text{ W}$$



Potências usuais de alguns aparelhos

Aparelho	Potência
TV	80 W
Ferro elétrico	1.200 W
Forno de micro-ondas	1.500 W
Lâmpada incandescente	100 W
Chuveiro	5.000 W
Secador de cabelos	1.400 W

Lembre-se



TESTANDO TEUS CONHECIMENTOS

01. (IPA/IMEC) Um chuveiro elétrico tem os seguintes valores nominais: Tensão 120 V e potência 2.400 W. Quando ligado corretamente, a intensidade de corrente elétrica vale:

- (A) 12 A.
- (B) 24 A.
- (C) 20 A.
- (D) 40 A.
- (E) 15 A.

02. (ITA/SP) Nas especificações de um chuveiro elétrico lê-se 2.200 W - 220 V. A resistência desse chuveiro é de:

- (A) 10Ω
- (B) 12Ω
- (C) 100Ω
- (D) 22Ω
- (E) 15Ω

04. Qual é, em watts, a potência elétrica dissipada por um resistor ôhmico de 5Ω que é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade igual a 20 A?

- (A) 1.000
- (B) 2.000
- (C) 3.000
- (D) 4.000
- (E) 5.000

05. (UNESP-adaptada) Um jovem casal instalou em sua casa uma ducha elétrica moderna de 7.700 watts/220 volts. No entanto, os jovens verificaram desiludidos, que toda vez que ligavam a ducha na potência máxima, desarmava-se o disjuntor (o que equivale a queimar o fusível de antigamente) e a fantástica ducha deixava de aquecer. Pretendiam até recolocar no lugar o velho chuveiro de 3.300 watts/220 volts, que nunca falhou. Felizmente, um amigo – físico, naturalmente – os socorreu. Substituiu o velho disjuntor por outro, de maneira que a ducha funcionasse normalmente.

A partir desses dados, assinale a única alternativa que descreve corretamente a possível troca efetuada pelo amigo. Ele substituiu o velho disjuntor de:

- (A) 20 ampères por um de 30 ampères.
- (B) 20 ampères por um de 40 ampères.
- (C) 10 ampères por um de 40 ampères.
- (D) 30 ampères por um de 20 ampères.
- (E) 40 ampères por um de 20 ampères.

Analisando a conta de luz

CEEE COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA
 Av. Joaquim Porto Villanova, 201, CEP 91410-400 Porto Alegre/RS
 CNPJ 92745.812/0001-31 / Insc. Estadual 096/2043214
 NOTA FISCAL / CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA
 Série Única nº: 1045891

Cliente e Unidade Consumidora
 NOME DO USUÁRIO
 Endereço do usuário
 Classe RESIDENCIAL COMUM Monofásico

Número da Instalação
 Código débito em conta corrente

Medição	kWh	kvarh	Consumo	Faturamento	Vencimento	Total
Nº do medidor			166 kWh	NOV/2006	05/12/2006	R\$*****72,85
Fator de Multiplicação	1,00					
Leitura 21/11/2006	30328					
Leitura 20/10/2006	30162					
Consumo	166(*)					
(*) Leitura Efetiva						
Média Móvel Mensal(kWh):	156,3					
Emissão	23/11/2006					
Apresentação	28/11/2006					
Próxima leitura prevista	21/12/2006					

Descrição	Quantidade	Preço kWh	Valor total R\$
Consumo Ativo	166	0,4298192	71,35
Iluminação Pública			1,50

Composição da Fatura R\$

Geração	18,58
Transmissão	4,32
Distribuição (CEEE)	19,27
Encargos Setoriais	5,08
Tributos	24,10
Outros	1,50
Total	72,85

Consumos Verificados em kWh

dias	consumo diário
2006 Nov 32	166 5,18
Out 29	142 4,89
Set 31	122 3,93
Ago 32	178 5,56
Jul 30	163 5,43
Jun 32	161 5,03
Mai 29	196 6,75
Abr 30	168 5,60
Mar 29	146 5,00
Fev 31	129 4,16
Jan 30	168 5,60
2005 Dez 29	169 5,51
Nov 32	160 5,00

Tributos (Valores incluídos no preço)

ICMS	Base para Cálculo R\$ 71,35	aliquota 29%	R\$ 20,69
PIS/COFINS	Conforme Resolução ANEEL nº 234/2005		R\$ 3,41

Reservado ao Fisco 9278.9277.9278.E268.6795.301B.9278.9278

Ind. de Qualidade Conjunto VIAMÃO urbano SET/2006

DIC	Duração de Interrupção Individual	Padrão: 20h00min	Realizado: 01h58min
DMIC	Duração Máxima de Interrupção Contínua	10h00min	01h02min
FIC	Frequência de Interrupção Individual	18	2

Tensão Nominal 220 Volts Limites adequados: Inferior 201,00 Volts Superior 231,00 Volts

Para enquadramento na tarifa de Baixa Renda, (residencial monofásico até 220kWh) é necessário a participação em programas do Governo, informando o NIS à CEEE. Consulte a Prefeitura Municipal.

Horário de atendimento ao público: na Agência Central de Porto Alegre, Av. Borges de Medeiros, nº979, das 09hs às 19hs; demais agências da capital, das 8h30 às 16 hs. No interior do Estado, das 09 hs às 11h30 e das 13hs às 16 hs.

A localização e o padrão de entrada de energia encontram-se no Regulamento de Instalações Consumidoras - RIC, disponível no site www.ceece.com.br ou nas agências da CEEE. Pode, ainda, ser solicitado através da Central de Telesatendimento.

Note que a unidade de energia que aparece na conta de luz é kWh. Então, a relação entre as unidades de energia kWh e J é dada por:

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}$$

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

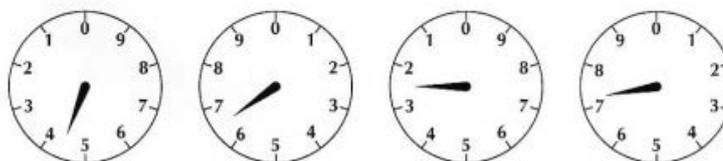
O consumo de energia no "relógio da luz"



Nos contadores do consumo de energia elétrica das residências, conforme a corrente passa, faz girar um disco horizontal que dá movimento aos ponteiros dos "reloginhos".

Na leitura, observa-se o consumo de energia analisando os relógios da esquerda para a direita, como no exemplo.

Sempre pegue o menor valor se o ponteiro estiver entre dois números.



Leitura: 4.627 kWh

O consumo mensal é dado pela diferença entre a leitura atual e a leitura do mês anterior.

Exemplo: Na tabela abaixo temos os aparelhos elétricos de uma residência, suas potências e tempo de permanência ligados diariamente.

Aparelho	Potência (W)	Tempo diário (h)
TV	100 W	10 h
Chuveiro	4.000 W	0,25 h
Micro-ondas	1.600 W	0,5 h
Lâmpada	60 W	20 h

Admitindo que os aparelhos mantêm o mesmo tempo de permanência ligados durante o mês (30 dias) e supondo que 1 kWh vale R\$ 0,50, complete as frases.

- O aparelho de maior potência é
- O aparelho de maior consumo diário é
- O consumo diário total desses aparelhos é igual a
- O consumo mensal total desses aparelhos é igual a
- O gasto mensal com energia elétrica vale

Resolvendo:

Para descobrir o aparelho de maior potência, basta ver na tabela. O aparelho de maior potência é O CHUVEIRO.

O consumo diário individual de cada aparelho é calculado por:

(as potências estão na unidade kW)

$$E_{TV} = P \cdot \Delta t$$

$$E_{TV} = 0,1 \cdot 10$$

$$E_{TV} = 1 \text{ kWh}$$

$$E_{CHU} = P \cdot \Delta t$$

$$E_{CHU} = 4 \cdot 0,25$$

$$E_{CHU} = 1 \text{ kWh}$$

$$E_{MI} = P \cdot \Delta t$$

$$E_{MI} = 1,6 \cdot 0,5$$

$$E_{MI} = 0,8 \text{ kWh}$$

$$E_{L\grave{A}} = P \cdot \Delta t$$

$$E_{L\grave{A}} = 0,06 \cdot 20$$

$$E_{L\grave{A}} = 1,2 \text{ kWh}$$

Então, o aparelho de maior consumo diário é A LÂMPADA.

O consumo diário total é calculado por:

$$E_{DI\grave{A}RIA} = 1 + 1 + 0,8 + 1,2$$

$$E_{DI\grave{A}RIA} = 4 \text{ kWh}$$

O consumo diário total desses aparelhos é igual a **4 kWh**.

O consumo mensal (30 dias) total é calculado por:

$$E_{MENSAL} = E_{DI\grave{A}RIA} \cdot 30 \text{ dias}$$

$$E_{MENSAL} = 120 \text{ kWh}$$

O consumo mensal total desses aparelhos é igual a **120 kWh**.

O gasto mensal (30 dias) total é calculado por:

$$GASTO_{MENSAL} = E_{MENSAL} \cdot \text{preço 1kWh}$$

$$GASTO_{MENSAL} = 120 \text{ kWh} \cdot R\$ 0,50$$

$$GASTO_{MENSAL} = R\$ 60,00$$

O gasto mensal total desses aparelhos é igual a **R\$ 60,00**.

TESTANDO TEUS CONHECIMENTOS

01. (UFRGS) Um fio de resistência elétrica igual a 50Ω é submetido a uma diferença de potencial de 20 V. Qual a energia dissipada no fio em um minuto?

- (A) 2,5 J. (D) 480 J.
 (B) 4,8 J. (E) 1.000 J.
 (C) 8,0 J.

02. Uma menina vinda lá dos lados de São Gabriel utiliza o forno de micro-ondas para aquecer sua água do chimarrão. Se ela aquece 2 L de água de 25°C até 75°C em 7min de funcionamento do micro-ondas, a energia consumida nesse aquecimento é igual a _____. Supondo que toda a energia elétrica consumida pelo forno de micro-ondas seja transformada em aquecimento da água, a potência desse micro-ondas vale _____. Se 1 kWh custa R\$ 0,40 e se a menina aquece a água do chimarrão todos os dias, o gasto mensal (30dias) para o aquecimento da água será de _____.

(dado: $c_{\text{água}}=4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$; densidade da água = 1 kg/L)

Completando a frase, correta e respectivamente, temos

- (A) 210 kJ - 500 W - R\$ 0,70
 (B) 420 kJ - 500 W - R\$ 1,40
 (C) 420 kJ - 1.000 W - R\$ 1,40
 (D) 420 kJ - 1.000 W - R\$ 0,70
 (E) 210 kJ - 500 W - R\$ 1,40

03. (ITA/SP) No caso de um chuveiro ligado à rede de distribuição de energia:

- (A) diminuindo-se a resistência do aquecedor, reduz-se a potência consumida.
 (B) aumentando-se a resistência do aquecedor e conservando-se constante a vazão, a temperatura da água aumenta.
 (C) para se conservar a temperatura da água, quando se aumenta a vazão, deve-se diminuir a resistência do aquecedor.
 (D) a potência consumida independe da resistência do aquecedor.
 (E) nenhuma das anteriores.

04. (FAAP) Uma casa possui 10 lâmpadas que permanecem acesas 6 horas por dia. Sendo de 100 watts a potência elétrica de cada lâmpada, a energia gasta num mês, em quilowatt-hora, é de:

- (A) 10 (B) 30 (C) 60 (D) 120 (E) 180

QUESTIONÁRIO

1 – O que você entende por intensidade de corrente elétrica? O que é necessário para que haja corrente elétrica num circuito elétrico?

2 – Resistência elétrica é comumente dita como a “dificuldade” oferecida pelo circuito à passagem de corrente elétrica. Então, podemos afirmar que o melhor circuito para ligarmos um aparelho elétrico é aquele sem resistência? Será que os aparelhos elétricos (como um televisor, por exemplo) teriam melhor desempenho se tivessem resistência elétrica nula?

3 – Sempre que se mexe com circuitos elétricos é necessária uma série de cuidados para evitar choques elétricos. Um dos cuidados é sempre estar com o corpo seco. Por quê?

4 – Duas lâmpadas, A e B, têm potências iguais a 100W e 200W, respectivamente. Se a lâmpada A fica acesa 10h por dia a lâmpada B fica acesa 4h por dia, qual lâmpada consome mais energia diariamente? Pode a lâmpada de menor potência ter maior consumo diário? Justifique sua resposta.

APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA – AULA 2

Plano de aula

A aula 2 iniciará com a análise do texto de apoio fornecido na aula 1 e um *feedback* a respeito da utilização do aplicativo de controle do consumo de energia elétrica da Furnas; Será realizada no laboratório de informática do Colégio para que os alunos possam desenvolver as atividades de utilização de simuladores disponíveis na internet, além da visita que será proposta aos educandos a *sites* de órgãos de controle de consumo de energia elétrica.

2. TEXTO DE APOIO DA AULA 1 – ANÁLISE DAS RESPOSTAS – duração: 20min

Haverá um bate-papo para verificar o entendimento do texto de apoio da aula 1 por parte dos estudantes e sanar possíveis dúvidas existentes. Também será solicitado que apresentem suas respostas às questões objetivas que aparecem no texto e ao questionário.

2. ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO FURNAS – duração 15min

Verificar como os alunos cadastraram os aparelhos de suas residências (esse primeira investigação de consumo de energia em casa servirá de exercício para a investigação posterior que será proposta para todo o Colégio), ouvir os relatos das experiências junto às famílias e o grau de envolvimento dos familiares.

3. UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES DAS COMPANHIAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA – duração 40min

No laboratório de informática, os alunos serão agrupados em duplas ou em trios para cada computador (dependendo do número de estudantes no projeto e da quantidade de computadores disponíveis) para utilizar os simuladores das companhias distribuidoras de energia elétrica. Será fornecido um guia de orientações ([guia de utilização de simuladores.pdf](#)) para que preencham as tabelas e encontrem os valores dos gastos com energia elétrica para cada situação.

4. EXPLANAÇÃO ORAL – PROGRAMA DE ETIQUETAGEM e GARRAFAS PET NOS CONTADORES RESIDENCIAIS DE ENERGIA – duração: 15min

Haverá uma pequena explanação oral a respeito do Programa Brasileiro de Etiquetagem e sobre os selos Procel e Conpet. Será entregue aos alunos um texto de apoio (aula 2 – [programa etiquetagem e garrafas pet.pdf](#)) que tratará dos programas de etiquetagem e um texto a respeito do artigo “*Garrafas pet em contadores residenciais de energia térmica*”.

5. VISITA AOS SITES DE CONTROLE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA – duração: 20min

Será indicado aos alunos *sites* como o do INMETRO, da ELETROBRÁS e outros para que eles observem os locais na internet onde podem buscar informações a respeito de aparelhos mais ou menos consumidores de energia elétrica.

6. ORIENTAÇÃO PARA PESQUISA NA INTERNET – duração: 15min

Depois de um bate-papo para fechamento das ideias desenvolvidas na aula, será solicitado aos alunos que pesquisem na internet sobre o tema GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: COMO FUNCIONAM AS USINAS HIDRELÉTRICAS, TERMOELÉTRICAS, NUCLEARES E COMO UTILIZAR AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA.

AULA 2 - ESTUDO SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESCOLA: _____

PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

SIMULADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA – COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica)

ORIENTAÇÕES: Acesse o site: www.copel.com/hpcopel/simulador/

- ✓ Clique em **INICIAR** para dar início ao programa;
- ✓ Selecione um **CÔMODO**;
- ✓ Clique no **APARELHO** que deseja selecionar;
- ✓ Ajuste a **QUANTIDADE, POTÊNCIA, TEMPO DE USO** e o **PERÍODO DE USO** conforme a tabela;
- ✓ Quando já tiver incluído todos os aparelhos do cômodo, clique em **CONFIRMAR** para passar para o próximo cômodo;
- ✓ Para adicionar um novo cômodo, clique em **ADICIONAR CÔMODO**.

APARELHO	quantidade	Potência em Watts	Tempo de uso	Período	kWh por mês	Custo por mês (R\$)
CÔMODO: Cozinha						
Geladeira	1	130	4	Horas/dia		
Lâmpada	2	60	8	Horas/dia		
Micro-ondas	1	1200	20	Minutos/dia		
Cafeteira	1	600	150	Minutos/dia		
Consumo aproximado do cômodo:						
CÔMODO: Banheiro						
Chuveiro	1	4000	1	Horas/dia		
Lâmpada	1	9	90	Minutos/dia		
secador	1	1400	10	Minutos/dia		
Consumo aproximado do cômodo:						
CÔMODO: Sala						
Televisão	1	100	4	Horas/dia		
Ar condicionado	1	1000	8	Horas/dia		
Lâmpada	2	9	300	Minutos/dia		
Computador	1	300	8	Horas/dia		
Consumo aproximado do cômodo:						
CONSUMO E VALOR APROXIMADO DA CONTA DE LUZ						

Analisando a tabela, quais aparelhos chamaram sua atenção quanto ao excesso do consumo de energia elétrica?

Com base nos cálculos efetuados, qual foi o preço do kWh aplicado nesse cálculo? É possível descobrir?

SIMULADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA – FURNAS

ORIENTAÇÕES: Acesse o site www.furnas.com.br/simulador/index.htm

- ✓ **CLIQUE** na **FOTO** da Família Reis para dar início ao simulador;
- ✓ **ESCOLHA** um dos personagens, **DIGITE SEU NOME** e clique em **CONTINUAR**;
- ✓ **INSIRA** o valor da **TARIFA** (R\$ 0,48 – escreva 0.48) e clique em **CONTINUAR**;
- ✓ **ESCOLHA** os **CÔMODOS** e clique em **CONTINUAR**;
- ✓ Na parte superior do simulador aparecerá o cômodo que você está simulando e abaixo os aparelhos que você poderá arrastar para o cômodo. Ao arrastá-lo aparecerá uma janela para que você selecione a **QUANTIDADE**, **POTÊNCIA**, **DIAS NO MÊS** e **TEMPO DIÁRIO**;
- ✓ Após colocar todos os aparelhos nos cômodos, clique em **FINALIZAR**;
- ✓ Clique em **RELATÓRIO** para analisar as dicas de economia de energia fornecidas no relatório.

APARELHO	quantidade	Potência (W)	Dias:	Horas: Minutos:	Consumo mensal (kWh)	Gasto mensal (R\$)
CÔMODO: Cozinha						
Geladeira	1	130	30	4h		
Lâmpada	2	60	30	8h		
Micro-ondas	1	1200	30	20min		
Cafeteira	1	600	30	2h30min		
CÔMODO: Banheiro						
Chuveiro	1	4000	30	1h		
Lâmpada	1	9	30	1h30min		
secador	1	1400	30	10min		
CÔMODO: Sala						
Televisão	1	100	30	4h		
Ar condicionado	1	1000	30	8h		
Lâmpada	2	9	30	5h		
Computador	1	300	30	8h		
CONSUMO E VALOR APROXIMADO DA CONTA DE LUZ						

Os valores encontrados para o CONSUMO MENSAL e o GASTO MENSAL da tabela FURNAS coincidem com os valores da tabela completada utilizando o simulador da COPEL? Se há diferenças, descreva.

No relatório fornecido pelo simulador FURNAS há dicas de economia de energia. Leia as dicas e descreva-as abaixo emitindo uma opinião sobre elas.

AULA 2 - ESTUDO SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESCOLA: _____

PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

COMO VERIFICAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS APARELHOS: O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM (PBE)

O PBE é um programa de etiquetagem de desempenho coordenado pelo Inmetro. As discussões sobre esse programa de avaliação do desempenho da eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional começou em 1984.

Inicialmente o programa foi pensado para o setor automotivo, por causa das crises do Petróleo que afetaram o mundo na década de 70, sendo redirecionado, ampliado e ganhou o nome de **Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (Figura 1)**.

Fazem parte do PBE programas de Avaliação da Conformidade que utilizam a **Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE)** para prestar informações sobre o desempenho dos produtos no que diz respeito à sua eficiência energética.



PROGRAMA
BRASILEIRO DE
ETIQUETAGEM

FIGURA 1: Logotipo do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

Para que serve o programa?

Prover informações úteis que influenciem a decisão de compra dos consumidores, que podem levar em consideração outros atributos, além do preço, no momento da aquisição dos produtos;

Estimular a competitividade da indústria, através da indução do processo de melhoria contínua promovida pela escolha consciente dos consumidores;

Etiquetagem dos produtos da chamada linha branca (formada por produtos como refrigeradores, fogões e condicionadores de ar);

Controle economia de energia em setores considerados grandes consumidores, como nas edificações, indústria e veículos.

O Governo Federal controla, avalia e identifica os aparelhos de maior eficiência energética do Inmetro através do **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, (PROCEL), operacionalizado pela Eletrobrás**, e o **Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET)**, de responsabilidade da Petrobrás (Figura 2).



FIGURA 2: O Programa Brasileiro de Etiquetagem identifica os aparelhos que economizam energia com os selos CONPET e PROCEL

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

A etiqueta classifica os equipamentos, veículos e edifícios em faixas coloridas, em geral de "A" (mais eficiente) a "E" (menos eficiente), fornece outras informações relevantes, como, por exemplo, o consumo de combustível dos veículos e a eficiência de centrifugação e de uso da água em lavadoras de roupa (Figura 3).

Alguns produtos que possuem a etiqueta do programa:

AQUECEDORES DE ÁGUA A GÁS E ELÉTRICOS;
 CHUVEIROS ELÉTRICOS;
 APARELHOS DE AR CONDICIONADO (CONDICIONADORES DE AR);
 FOGÕES E FORNOS DOMÉSTICOS;
 FORNOS DE MICRO-ONDAS;
 LÂMPADAS INCANDESCENTES E FLUORESCENTES;
 LAVADOURAS DE ROUPAS;
 REFRIGERADORES;
 TELEVISORES;
 TORNEIRAS ELÉTRICAS;
 VEÍCULOS;
 VENTILADORES.

Energia (Solar)		COLETOR SOLAR PLANO ABCDEF XYZ(Logo)
Fabricante Marca		IPQR XYZ banho
Modelo Pressão de Funcionamento (kPa) (m.c.a)		
Aplicação		
Mais eficiente		
Menos eficiente		
Produção Mensal de Energia:		
- Por m2 de coletor (kWh/mês.m2)		00,0
- Por coletor (kWh/mês)		00,0
Área externa do Coletor (m²)		0,00
Eficiência Energética Média (%)		XY,Z
Regulamento Específico para Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água - RESP/006-SOL Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.		
PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA		
IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR		

FIGURA 3: Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

No site do INMETRO é possível verificar a tabela completa dos produtos que possuem a etiqueta (Figura 4):

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>



FIGURA 4: Selo Inmetro

Verificando a etiqueta:

Como já vimos, ao comprar um produto, devemos verificar se ele possui a etiqueta, o que garante que é um aparelho analisado pelo INMETRO quanto ao consumo de energia. É importante salientar que é proibida a retirada da etiqueta antes da venda, ou seja, os aparelhos a venda devem ter a etiqueta.

A etiqueta de exemplo que temos ao lado (Figura 5) é de um REFRIGERADOR. Note que esse refrigerador recebeu classificação A. O consumo de energia que aparece na etiqueta vale XY,Z kWh, ou seja, um valor numérico como, por exemplo, 35,2 kWh.

ALGUNS SITES:

www.eletronbras.com/procel

www.conpet.gov.br

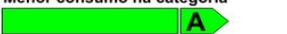
www.inmetro.gov.br

Energia (Elétrica)		REFRIGERADOR	
Fabricante Marca		ABCDEF XYZ(Logo)	→ Indica o tipo de equipamento → Indica o nome do fabricante → Indica a marca comercial ou logomarca
Tipo de degelo Modelo /tensão(V)		ABC/Automático IPQR/220	→ Indica o modelo/tensão
Mais eficiente			→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado
Menos eficiente			
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes) (adotado no teste clima tropical)		XY,Z	→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês
Volume do compartimento refrigerado (l)		000	
Volume do compartimento do congelador (l)		000	
Temperatura do congelador (°C)		-18	
Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Asseslhados - RESP/001-REF Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.			
PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA			
IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR			

FIGURA 5: Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

Etiquetagem das lâmpadas:

Nas lâmpadas a etiqueta é menor, mas da mesma forma que os outros produtos têm classificação por letras. A letra “A” representa a mais eficiente e a “G” é a menos eficiente (Figura 6).

Energia (Combustível)		2009 Ano de aplicação	
Categoria do veículo		Compacto	
Marca		(Nome/Logo)	
Modelo		Samba Flex	
Versão		LXP ou nome	
Motor		XYZ	
Transmissão		Manual 5 Velocidades	
Menor consumo na categoria			
			
			
			
			
Maior consumo na categoria			
COMBUSTÍVEL		Álcool	Gasolina
Quilometragem por litro *		km/l	km/l
Cidade (ciclo urbano)		8,7	9,8
Estrada (ciclo rodoviário)		10,1	11,3
 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, de acordo com o Regulamento de Avaliação da Conformidade para Veículos Leves de Passageiros e Comerciais Leves, com Motores do Ciclo Otto. ESTA ETIQUETA NÃO PODE SER REMOVIDA ANTES DA VENDA DO VEÍCULO			
 COMPET IMPORTANTE: * Valores de referência medidos em laboratório, conforme norma NBR 7024, com ciclos de condução e combustíveis padrão, podendo não corresponder ao consumo verificado com o uso do veículo, que depende das condições do trânsito, do combustível, do veículo e dos hábitos do motorista. Instruções e recomendações de uso, leia o Manual do Proprietário			

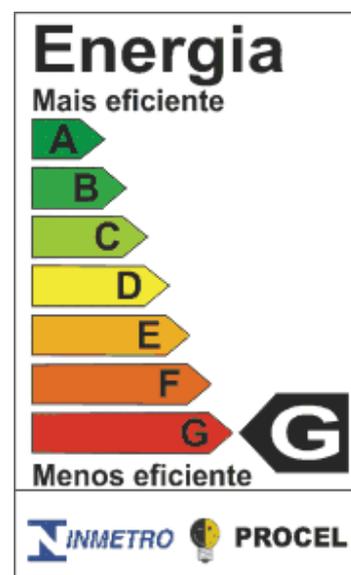


FIGURA 6: SELO PROCEL para lâmpadas

Etiquetagem nos veículos leves:

Note que nos veículos há o consumo de combustível na cidade (ciclo urbano) e na estrada (ciclo rodoviário). A etiqueta de exemplo ao lado é de um carro do tipo flex, ou seja, que pode ser abastecido por etanol (álcool) ou por gasolina (Figura 7).

FIGURA 7: SELO PROCEL para veículos leves



FIGURA 8: Selo Procel

SELO PROCEL

Para ser contemplado com o Selo Procel (Figura 8), o produto deve ser submetido a ensaios específicos em laboratório idôneo, indicado pelo Procel. Os parâmetros a serem avaliados para cada equipamento constam nos Critérios Específicos para Concessão do Selo Procel que estão no Regulamento do Selo Procel Eletrobrás de Economia de Energia.

SELO COMPET

O selo (Figura 9) é dado aos produtos que racionalizam o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural e que reduzem a emissão de gases poluentes na atmosfera.



FIGURA 9: Selo Compet

Bibliografia:

www.inmetro.gov.br. Acesso em 10 jan. 2014;

www.conpet.gov.br. Acesso em 15 jan. 2014;

www.eletrabras.com/procel. Acesso em 15 jan. 2014.

FIGURA 1 – retirada da http://www2.inmetro.gov.br/pbe/novidades_detalhe.php?i=MTI. Acesso em 15 jan. 2014.

FIGURA 2 – retirada de: <http://conlestenoticias.com.br/2013/01/1198/>. Acesso em 15 jan. 2014.

FIGURAS 3, 4, 5, 6 e 7 – retiradas de <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/etiquetas.asp>. Acesso em 15 jan. 2014.

FIGURA 8 – retirada de <http://www.eletrabras.com/elb/procel/main.asp>. Acesso em 15 jan. 2014.

FIGURA 9 – retirada de http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/selo-conpet.shtml. Acesso em 15 jan. 2014.

Lembre-se do que vimos anteriormente:

O consumo de energia elétrica (E) de um aparelho pode ser calculado pelo produto da tensão (U) do circuito elétrico ao qual o aparelho está ligado, da intensidade de corrente elétrica (i) nesse aparelho e do intervalo de tempo (Δt) que este permanece ligado:

$$E = U \cdot i \cdot \Delta t$$

e

$$E = P \cdot \Delta t$$

tendo em vista que: $P = U \cdot i$

Então, cada aparelho elétrico pode consumir determinada quantidade de energia elétrica, que depende desses fatores já citados. A potência elétrica (P) é a razão entre essa energia consumida pelo aparelho nesse intervalo de tempo. Com isso, a unidade de potência elétrica é sempre dada pela razão entre uma unidade de energia e uma unidade de tempo como, por exemplo, $W = J/s$ ou ainda BTU/h.

Algumas relações entre unidades de energia:

ENERGIA

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ BTU} = 1055 \text{ J}$$

A unidade utilizada nos condicionadores de ar

Quando analisamos aparelhos de ar condicionado (condicionadores de ar), é muito comum ser utilizada a expressão “12000 BTUs”, quando deveria ser dita 12000 BTU/h, uma vez que este valor refere-se à potência de refrigeração do aparelho que é dada pela razão energia pelo tempo. Esta potência de refrigeração é a razão entre energia retirada do ambiente e o tempo para retirá-la. Inclusive, cabe aqui explicitar que

$$12000 \text{ BTU/h} = 12000 \cdot 1055 \text{ J}/3600 \text{ s} \cong 3,5 \text{ kW}$$

O Centro de Referência para o Ensino de Física (CREF), coordenado por professores do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), promove ações de formação de professores e de divulgação de aplicações de Física em todos os níveis de ensino e em seu *site* contém uma área destinada a perguntas que podem ser feitas por qualquer visitante do *site*. Uma das perguntas existentes no *site* refere-se à temática que abordamos anteriormente, envolvendo o significado da unidade BTU ou BTU/h na análise da escolha de um condicionador de ar. A pergunta foi analisada e respondida pelo Prof. Dr. Fernando Lang da Silveira e você pode conferir em

<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=318>

ATIVIDADES

01 – Compare duas lâmpadas, uma incandescente com a potência de 100 W, cuja luminosidade é de cerca de 1500 lúmens e uma lâmpada fluorescente compacta que tem a mesma luminosidade. Qual das duas é mais eficiente? Lâmpadas incandescentes possuem o selo Procel? Justifique suas respostas.

02 – Você quer comprar na internet um aparelho de ar condicionado de 12000 BTU/h. Ao analisar *sites* de compras, você observa que um dos aparelhos está à venda por R\$ 1200,00 num *site* e em outro há um aparelho similar (também de 12000 BTU/h, porém de outra marca) por R\$ 1099,00. Você, atento ao consumo de energia, olha nas informações do produto (dimensões do aparelho, capacidade de refrigeração e outras) e vê que em ambos os aparelhos são iguais no item Selo Procel, pois ambos têm a seguinte descrição: SELO PROCEL – SIM. Essa informação sobre o selo Procel é suficiente para você comparar os dois aparelhos entre si? Se não, que informação deveria conter a respeito do selo Procel?

ANÁLISE DE UM MITO POPULAR: GARRAFAS PET CONTENDO ÁGUA COLOCADAS SOBRE OS CONTADORES RESIDENCIAIS DE ENERGIA ELÉTRICA PODEM REDUZIR A MARCAÇÃO DO CONSUMO?*

Se você caminhar pelas ruas de sua cidade com um olhar atento poderá se deparar com uma imagem intrigante: garrafas pet contendo água colocadas sobre os contadores residenciais de energia elétrica (Figura 1). Isso é algo tão corriqueiro na cidade de Porto Alegre e em cidades gaúchas que diversos alunos dos cursos de graduação em Física e Engenharia Elétrica da PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) relataram aos seus professores terem visto essa cena. Segundo os alunos, as pessoas acreditam que colocar as garrafas sobre os contadores ajuda a reduzir a marcação do consumo de energia elétrica, ou seja, as garrafas pet sobre o relógio influenciam no andamento do contador de energia elétrica, retardando seu movimento de giro e consequentemente marcando um consumo inferior ao consumo real de energia elétrica. Baseados nisso, professores da Faculdade de Física da PUCRS decidiram fazer um experimento para testar a veracidade do alegado poder das garrafas com água.

Mas como funcionam, de forma simplificada, os contadores de energia elétrica

Disponível em <http://jornalfolhadejaiba.blogspot.com.br/2011/04/lenda-da-garrafa-daqua-no-padrao-de.html>.

Acesso em 15 jan. 2014.



Figura 1: contador de energia elétrica residencial com garrafa pet.



Figura 2: contador de energia elétrica residencial.

(Figura 2)?

Quando há corrente elétrica no contador, é gerado um campo magnético que faz girar o disco leve de alumínio existente nos contadores (na figura, à direita de **A**). Com isso, faz girar o sistema de engrenagens que por sua vez dá movimento a um contador mecânico com escala em kW.h (na figura, à direita de **B**).

Disponível em <http://www.ipem.pe.gov.br/servicoprestado/>. Acesso em 15 jan. 2014.

Algumas das questões que motivaram o experimento dos professores são: Será que os contadores residenciais de energia elétrica sofrem influência da água colocada nas garrafas pet quando posicionadas sobre eles? Será que a água gera algum campo magnético contrário ao campo magnético gerado pela passagem de corrente no contador ou alguma força contrária ao movimento do disco, retardando seu giro?

Os professores realizaram o experimento nos laboratórios do curso de Engenharia Elétrica da PUCRS, analisando o consumo de energia elétrica em dois contadores similares ligados de formas semelhantes (sujeitos às mesmas tensões e correntes elétricas), porém com uma diferença: um deles sem a presença das garrafas com água (na Figura 3, **C**) e outro com 10 garrafas de água colocadas 10cm acima do contador de energia (na Figura 3, **D**). Após dois semestres de análises, com diversas medidas, foram comparados os resultados encontrados para os dois contadores e as diferenças nos resultados foram inexpressivas, ou seja, estavam dentro das margens de incerteza das medidas. Com isso, puderam concluir, baseados nos resultados, que não há influência alguma das garrafas de água no desempenho dos contadores de energia elétrica. Concluíram que não passa de mito a ideia de haver influência das garrafas de água próximas aos contadores sobre a aferição do consumo de energia elétrica.

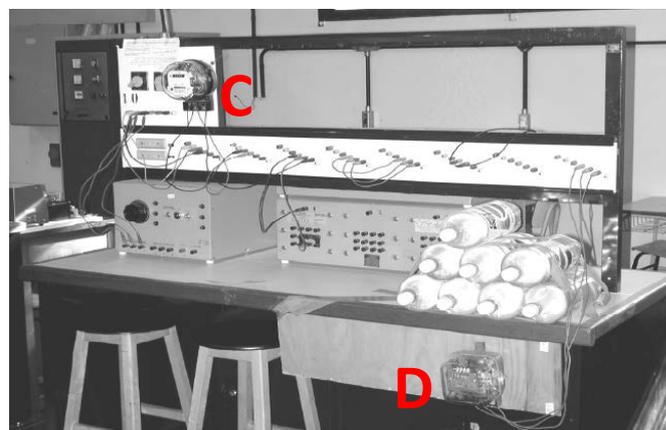


Figura 3: Imagem do experimento realizado.

** Baseado em: BASSO, D; ROCHA Filho, J. B da R. *Garrafa térmica em contadores residenciais de energia elétrica: Desfazendo um mito*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 18, n. 1, p. 56-64, abr. 2001.

Plano de aula

A aula 3 versará sobre as formas de geração de energia elétrica, a matriz energética brasileira e mundial. No início da aula, haverá um momento de bate-papo com os alunos para que eles possam relatar suas pesquisas na internet sobre o tema. Em seguida, será distribuído um texto de apoio que os alunos deverão ler e debater em grupos menores (grupos de até 4) e em seguida, discutir no grande grupo com intermédio do professor. Depois haverá uma explanação oral com utilização de computador e projetor multimídia (*datashow*) sobre o tema. A aula será finalizada com os alunos respondendo ao questionário contido no texto de apoio.

1. BATE-PAPO INICIAL – ANÁLISE DA PESQUISA NA INTERNET – duração: 20min

Haverá um bate-papo para verificar quais fontes de pesquisa (os *sites* pesquisados, vídeos assistidos,...) e qual o entendimento sobre as formas de geração de energia elétrica e se os alunos têm uma opinião formada sobre quais usinas causam menores impactos ambientais, quais devem ser implantadas (se é possível definir qual é melhor de ser implantada).

2. TEXTO DE APOIO – LEITURA E DISCUSSÃO EM PEQUENOS GRUPOS – duração: 40min

O texto de apoio (TEXTO DE APOIO – [AULA 3 – ENERGIA.pdf](#)) será discutido com o grupo de alunos, sendo o professor mediador das discussões (serão levantadas perguntas e discussões que permitam aos estudantes defenderem seus pontos de vista sobre a utilização de usinas nucleares, termoeletricas,...) com o objetivo de enfatizar a necessidade de geração de energia, a importância da economia do consumo de energia e demonstrar aos alunos o cenário energético brasileiro no contexto mundial.

3. EXPLANAÇÃO ORAL – duração 20min

Depois de todas as discussões é hora de retomar os temas fazendo um fechamento sobre tudo que foi discutido e ponderado pelos alunos. Será utilizado um computador e projetor multimídia (*datashow*) para uma apresentação no *software PowerPoint* e será utilizada a simulação do *PHET* (gerador elétrico).

4. RESPONDENDO AO QUESTIONÁRIO – duração: 25min

Os alunos responderão as questões do texto de apoio. As respostas possibilitam ao professor avaliar o desempenho dos mesmos nas atividades.

ESCOLA: _____

PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A eletrificação, como conhecida hoje, se iniciou no final do século XIX e somente graças a ela é que foi possível a Segunda Revolução Industrial. A energia elétrica agora se faz presente de forma tão natural em nossas vidas que é difícil imaginar como seria nosso cotidiano sem ela. Seja numa lâmpada, um aquecedor, refrigerador, forno de micro-ondas ou até no seu *celular*, boa parte dos aparelhos que utilizamos no dia a dia precisam de energia elétrica para funcionar.

Mas como a energia elétrica chega até nossas casas e nossos aparelhos elétricos e eletroeletrônicos?

O caminho feito pela energia elétrica desde sua geração até a chegar ao consumidor final passa pela **rede de distribuição de energia**, que está representada esquematicamente na Figura 1:



Disponível em:
<http://www3.ifrn.edu.br/~jeanquinaldo/dokuwiki/lib/exe/detail.php?id=sistemas-de-forca-e-energia&media=sistemadedistribuiçao.png>. Acesso em 29 jun. 2013.

Figura 1: esquema de geração e distribuição de energia elétrica

De forma simplificada, vamos analisar cada uma das etapas de A à F:

GERAÇÃO (A): Em quase todos os casos, a usina elétrica consiste de um gerador elétrico rotativo. Algo tem que acionar esse gerador - pode ser uma turbina hidráulica em uma represa hidráulica, um grande motor a diesel ou uma turbina a gás. Na turbina a gás, o vapor pode ser obtido pela queima de carvão, óleo ou gás natural ou ainda de um reator nuclear. Entretanto já existe em pequena escala outras formas de produção de energia elétrica, por exemplo as células fotovoltaicas que convertem energia solar em energia elétrica sem a intervenção de geradores eletromecânicos.

TRANSMISSÃO (B) (subestação transmissora): A energia sai do gerador e segue para a subestação de transmissão na usina elétrica. Essa subestação utiliza grandes transformadores para elevar a tensão do gerador (que está em um nível de milhares de volts) até tensões extremamente altas (dezenas ou centenas de milhares de volts), para a transmissão de longa distância através da rede de transmissão.

DISTRIBUIÇÃO (C): nessa etapa os transformadores (DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO – D) reduzem a tensão de transmissão (de uma faixa de dezenas ou centenas de milhares de volts) para a tensão de distribuição (geralmente, menor que 10 mil volts).

CONSUMIDORES COMERCIAIS E INDUSTRIAIS (E) E CONSUMIDORES RESIDENCIAIS (F): Como a energia elétrica é gerada em corrente alternada (CA), a corrente elétrica é alternada em três fases distintas. As indústrias utilizam sistemas trifásicos enquanto que os circuitos residenciais utilizam sistemas monofásicos**.

** Se você quiser saber mais, há perguntas e respostas relativas a esse tema no *site* do CREF (Centro de Referência para o Ensino de Física – já citado na aula 2). No *site*, o Prof. Fernando Lang da Silveira responde, por exemplo, ao questionamento: “A voltagem que temos nas nossas tomadas em Porto Alegre é 110 V ou 127 V?”. Também: “Por que 127 V em Porto Alegre e 220 V no interior?”. Para conferir, acesse:

<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=500>

<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=502>

AS USINAS HIDRELÉTRICAS

A base de funcionamento das usinas hidrelétricas é a conversão da energia mecânica das águas em energia elétrica. Como podemos ver na figura esquemática que aparece abaixo (Figura 3), a água é represada através da construção de uma grande barreira (**represa**), criando um imenso **reservatório** de água. O acúmulo de água faz a pressão na base do reservatório aumentar e ingressar no **duto** com grande velocidade quando a **porta de controle** é aberta. A água que passa pelo duto com grande velocidade faz girar a turbina que está conectada a um **gerador** elétrico, que gera corrente elétrica alternada. Os transformadores elevam a tensão para milhares de volts para que possam ser transmitidas através da rede de transmissão com menor perda de energia até os polos consumidores de energia elétrica.



Figura 2: Usina Hidrelétrica de Itaipu, Paraná, Brasil

Disponível em: <http://www.infolatam.com.br/wp-content/uploads/2013/10/Itaipu-4.jpg>. Acesso em: 26 jan. 2014.

Disponível em: <http://static.hsw.com.br/gif/hydropower-plant-parts.gif>. Acesso em: 26 jan. 2014.

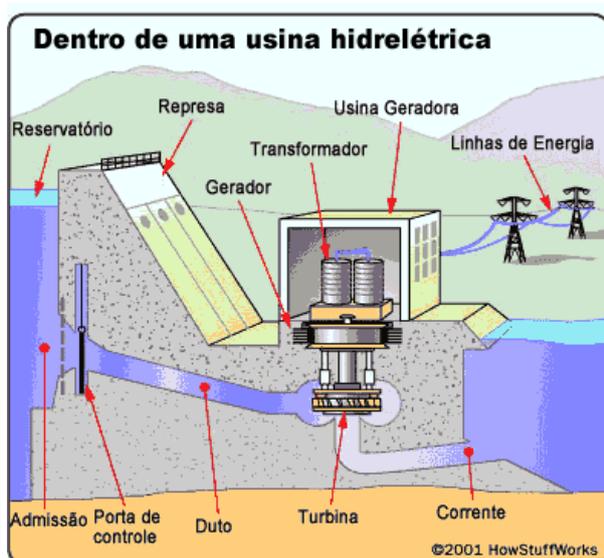


Figura 3: esquema de uma hidrelétrica

Impactos ambientais na construção de hidrelétricas

hidrelétricas são consideradas fontes de energia renovável, mas sua construção causa intensos impactos ambientais. Durante a construção da usina hidrelétrica já temos o primeiro impacto, afetando consideravelmente a fauna e a flora da localidade onde a usina está sendo construída, uma vez que a região de vegetação nativa que servirá de reservatório será transformada num lago. São necessários estudos específicos e catalogação de toda a região, considerando toda a fauna e flora do local, pena de serem extintas plantas e animais que só vivem naquela região. Além do corte das árvores, muitas espécies acabam submersas e, conseqüentemente morrem, criando regiões sem vida (regiões de fauna e flora totalmente extintas). Essa flora, em alguns casos, chega a atrapalhar o próprio funcionamento das turbinas no primeiro momento, obrigando a limpeza sistemática das mesmas. Muitas espécies animais acabam fugindo do seu habitat natural durante a inundação. No caso da construção da hidrelétrica de

Tucuruí, no Pará, um exemplo de má administração das questões ambientais na construção, cientistas relatam a fuga em massa de macacos, aves e outras espécies durante os dois meses que durou a inundação do lago de 2.430 km². A estimativa é que apenas 1% das espécies sobreviveu em Tucuruí. É claro que é possível evitar esses problemas ao remanejar antecipadamente as espécies, mas ainda assim há o risco de algumas delas não se adaptarem ao novo habitat.

Já as espécies aquáticas sofrem um impacto ainda maior, uma vez que a construção da barragem interrompe drasticamente o fluxo dos peixes. Como consequência, há proliferação de algumas espécies em detrimento de outras. Há também o problema da eutrofização da água, ou seja, o excesso de nutrientes, que aumenta a proliferação de micro-organismos, que causa a poluição das águas e que pode provocar doenças em seres humanos. Mudanças climáticas (devido à substituição da mata pelo reservatório de água) e a liberação de gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), gases causadores do efeito estufa, durante a construção e funcionamento das usinas hidrelétricas também são consequências da instalação de uma usina hidrelétrica.

AS USINAS TERMELÉTRICAS

Nas usinas termelétricas, combustíveis fósseis como petróleo, gás natural ou carvão são queimados na câmara de combustão. O vapor movimentando as pás de uma turbina, da mesma forma que nas usinas hidrelétricas e nos parques eólicos, que está conectada a um gerador de eletricidade. Há vários tipos de usinas termelétricas, sendo que os processos de produção de energia são praticamente iguais, porém com combustíveis diferentes.

Alguns combustíveis:

- **ÓLEO**: funciona pela queima de óleo diesel produzido nas refinarias (refinarias como na Refinaria Alberto Pasqualini - REFAP, na cidade de Canoas, RS);

- **CARVÃO**: extraído das jazidas naturais, com na região carbonífera gaúcha das cidades de Minas do Leão e Charqueadas (Figura 4);

- **GÁS NATURAL**: trazido principalmente da Bolívia através de gasodutos, também abastecem usinas termelétricas como na Usina Sepé-Tiaraju, na cidade de Canoas, RS.

- **BIOMASSA**: combustíveis de forma orgânica são utilizados, pois durante sua decomposição liberam gases. Alguns exemplos são o bagaço da cana-de-açúcar, lenha, resíduos agrícolas e até mesmo o lixo urbano e industrial.

- **NUCLEAR**: as usinas nucleares também são consideradas termelétricas, pois há produção de energia elétrica a partir do aquecimento produzido por reatores nucleares. Estudaremos adiante de forma mais detalhada, tendo em vista a sua importância no processo de geração de energia elétrica.



Figura 4: Termelétrica de Charqueadas, RS, Brasil

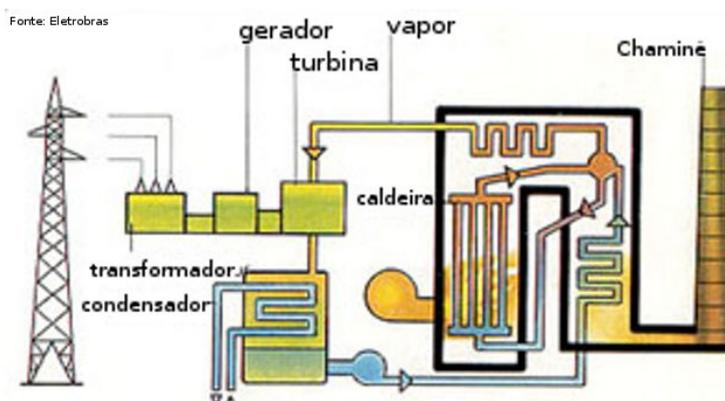


Figura 5: esquema simplificado do funcionamento de uma termelétrica
Disponível em: <http://www.geocities.ws/ufscmen5185/a24.gif>. Acesso em: 26 jan. 2014.

Durante o processo de geração de energia elétrica numa termelétrica não nuclear, o combustível é queimado na **caldeira** (Figura 5) e imerso nela há tubos pelos quais passam água que recebe a energia resultante dessa queima. A água é aquecida, evapora e o **vapor** faz girar as **turbinas** conectadas ao **gerador elétrico**. O vapor aquecido passa pelo **condensador** (sistema de refrigeração que bombeia água fria por dutos que farão o vapor ceder energia na forma de calor e conseqüentemente condensá-lo). Os gases produzidos na caldeira são lançados para o ambiente pela **chaminé** da usina termelétrica.

Observe que a produção de energia numa termelétrica depende da queima de um combustível. É importante salientar que cada uma das fontes energéticas citadas tem

necessidade de um processo bem definido de transformação de energia e que esse processo é diferente de uma fonte energética para outra, mas em nosso estudo não vamos detalhar cada um dos processos e suas especificidades.

Impactos ambientais das usinas termelétricas

Gases são produzidos nas queimas dos combustíveis como carvão, gases que contribuem para o efeito estufa e a produção de chuvas ácidas, com é o caso do dióxido de enxofre e dióxido de carbono. A extração de minérios para a utilização como combustível gera um impacto ambiental considerável, como também a construção de plataformas de petróleo ou as refinarias.

AS USINAS NUCLEARES

Já vimos que as usinas hidrelétricas transferem parte da energia mecânica da água para as turbinas que giram e através da indução eletromagnética (lei de Faraday-Lenz) geram correntes elétricas alternadas que serão transmitidas pelas redes de transmissão. Mas qual o combustível utilizado nas usinas nucleares? Como é gerada a energia elétrica através da energia nuclear?

O combustível mais utilizado nas usinas nucleares é o Urânio, um elemento bastante comum na Terra. O U-238 compõe 99% de todo o Urânio existente na Terra, enquanto que a quantidade de U-235 é de apenas 0,7%. Todos os elementos radioativos sofrem um processo natural de emissão de radiação que ocorre devido à instabilidade de seus núcleos atômicos (processo denominado decaimento radioativo), mas o U-235 pode sofrer a fissão nuclear (quebra do núcleo atômico) de forma induzida, através do lançamento de um nêutron contra o núcleo atômico, que o absorverá e sofrerá a fissão, liberando outros nêutrons e ainda energia na forma de calor e radiação γ (ondas eletromagnéticas de alta energia). Esse processo de fissão nuclear induzida do Urânio acontece dentro do reator nuclear, onde um nêutron bombardeia um núcleo atômico de U-235 que sofre fissão e libera outros nêutrons que encontram outros núcleos de U-235, num processo denominado reação em cadeia. Esse processo acontece, por exemplo, na Usina de Angra 1 (Figura 6).

Em todo esse processo há grande quantidade de energia na forma de calor sendo liberada que é transferida para a água em um duto fechado (**circuito primário**, abaixo). Para controle dessa energia, há barras de controle capazes de absorver nêutrons em caso de excesso de energia e aumento demasiado da temperatura dentro do reator nuclear. Ao receber calor a água irradiada não evapora devido ao **pressurizador** existente, o que faz essa água circular pela tubulação que está em contato com outro recipiente contendo água (circuito secundário) que evapora no **gerador de vapor**. O vapor que sai do gerador de vapor indo até a turbina, girando-a e fornecendo energia para que o gerador elétrico transforme em corrente elétrica alternada. Note que o vapor que passa pela turbina, passa posteriormente por um condensador e um processo de resfriamento para ser levada novamente pela **bomba de alimentação** para reiniciar o processo de recebimento de calor no gerador de vapor. Há também a **bomba** que leva água do mar no **sistema de água de refrigeração** para que a água do mar receba calor da água recém-condensada (antes era o vapor vindo da turbina).

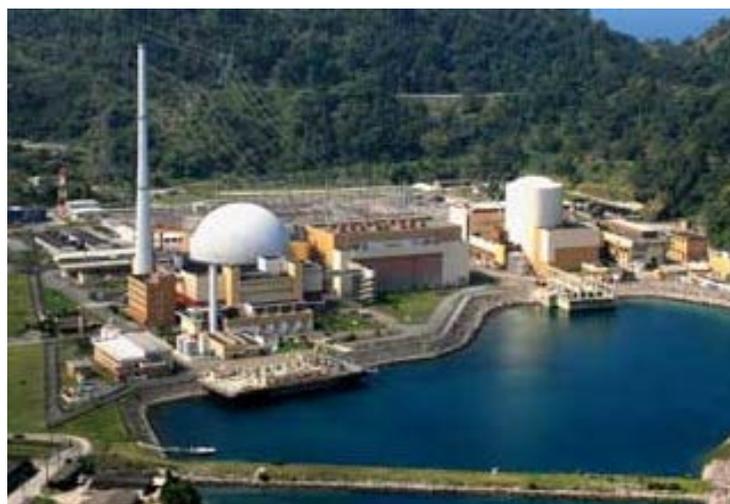


Figura 6: Usina Nuclear Angra 1, Rio de Janeiro, Brasil

Disponível em: <http://static.hsw.com.br/gif/usina-nuclear-angra-1.jpg>. Acesso em: 26 jan. 2014.

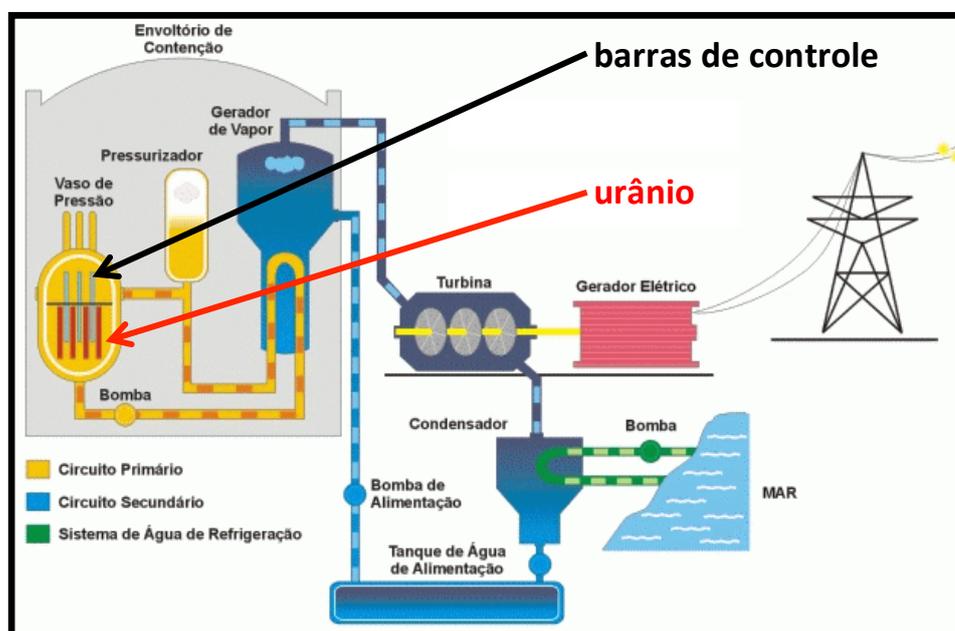


Figura 7: esquema simplificado de funcionamento de uma usina nuclear

O recipiente de pressão do reator é normalmente alojado dentro de um revestimento de concreto que atua como um escudo contra radiação. Esse revestimento é alojado dentro de um recipiente de contenção de aço muito

Disponível em:
<http://www.nuctec.com.br/educacional/fotos/usina.gif>. Acesso em: 26 jan. 2014.

maior (**envoltório de contenção**). Esse recipiente contém o núcleo do reator, bem como o maquinário (guindastes, etc.) que permite que os trabalhadores na usina reabasteçam e mantenham o reator. O recipiente de contenção de aço tem o objetivo de evitar o vazamento de gases ou fluidos radioativos da usina. Finalmente, o recipiente de contenção é protegido por um edifício de concreto externo que é forte o suficiente para sobreviver a catástrofes como a queda de aeronaves. No incidente de Fukushima, em março de 2011, após um tsunami devastar a usina nuclear daquela localidade todos os sistemas de refrigeração deixaram de funcionar (bombas de refrigeração e barras de controle, além de outros sistemas de segurança), superaquecendo os reatores 1 e 4 da usina que explodiram, liberando para atmosfera o vapor da água irradiada dos reatores, contaminando toda a região.

Impactos ambientais das usinas nucleares

As usinas nucleares têm uma vantagem significativa no que se refere à geração de energia elétrica, pois com pequena quantidade de Urânio substitui grandes quantidades de outras matérias (uma pastilha de urânio usada nas usinas nucleares com massa inferior a 300g pode gerar energia equivalente a 3 barris de petróleo). No entanto, os riscos sobre o armazenamento do lixo atômico (elementos radioativos como Bário, Estrôncio, Césio, lodo e outros são liberados depois do processo de fissão nuclear) é um problema, uma vez que esses elementos radioativos precisam ficar isolados de qualquer forma de vida até que não sejam mais nocivos ao ambiente e aos seres vivos. Além disso, há ainda os riscos de acidentes envolvendo elementos radioativos que, em caso de acidentes, podem levar a doenças e mortes a povos, como em Chernobyl (1986) e Fukushima (2011).

A ENERGIA EÓLICA

Numa **turbina eólica**, as pás da turbina são projetadas para absorver a energia cinética contida no vento. O resto é praticamente idêntico ao que ocorre em uma hidrelétrica: quando as pás da turbina capturam a energia do vento e começam a se mover,

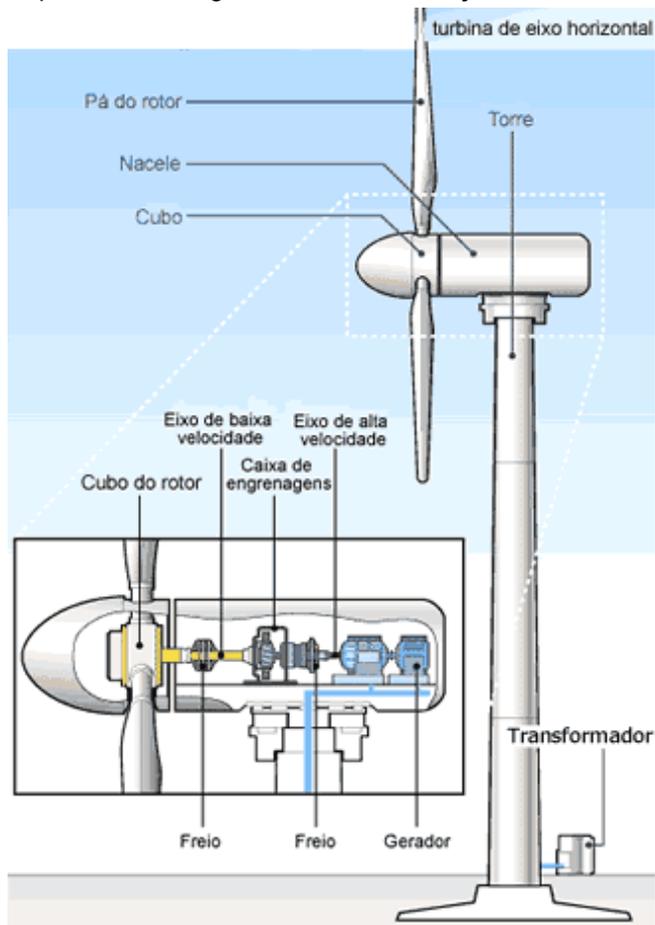


Figura 9: esquema simplificado de funcionamento de um gerador eólico

Disponível em: <http://static.hsw.com.br/gif/wind-power-horizontal.gif>. Acesso em: 26 jan. 2014.



Figura 8: Parque eólico de Osório, RS, Brasil

elas giram um eixo que une o **cubo do rotor** a um **gerador**. O gerador transforma essa energia rotacional em corrente elétrica alternada, pelo princípio da indução magnética.

Alguns componentes:

Pá do rotor: captura a energia do vento e a rotação (energia cinética) do eixo;

Eixo: transfere a energia cinética para o gerador;

Nacelle: é o corpo que abriga o eixo que liga as pás ao gerador;

Caixa de engrenagens: aumenta a velocidade do eixo entre o cubo do rotor e o gerador;

Gerador: usa a energia cinética transmitida pelo eixo para gerar corrente elétrica alternada;

Freios: detêm a rotação do eixo em caso de sobrecarga de energia ou falha no sistema;

Torre: sustenta o rotor e a nacelle, além de erguer todo o conjunto a uma altura onde as pás possam girar com segurança e distantes do solo.

As duas maiores razões para usar o vento para gerar eletricidade são as mais óbvias: a energia do vento é limpa e renovável. Ela não libera gases nocivos como CO₂ e óxidos de nitrogênio na atmosfera como faz o carvão e não corremos, tão cedo, o risco de uma escassez de ventos. Também existe a independência associada à energia eólica, já que qualquer país pode gerá-la no seu próprio território sem necessidade de recorrer a importações. Outra vantagem é que uma turbina eólica pode trazer eletricidade para áreas remotas não atendidas pela rede elétrica central.

Como inconvenientes temos que nem sempre funcionam com 100% da potência, como muitas outras fontes energéticas, já que a velocidade do vento é variável.

Impactos ambientais dos parques eólicos

Os parques eólicos são normalmente instalados em regiões litorâneas, tendo em vista que nessas regiões há abundância de ventos, por isso não há necessidade de desmatamentos (grandes impactos na vegetação local). Entretanto, ambientalistas afirmam que o giro das pás das turbinas eólicas é perigoso para as aves da região e para os morcegos. Há estudos que comprovam que muitos morcegos ao passarem próximos das pás das turbinas sofrem uma expansão repentina de seus pulmões devido à baixa pressão nas proximidades das pás e esse trauma dá início à hemorragia que causa a sua morte. A morte excessiva desses animais pode provocar um desequilíbrio ambiental, tendo em vista que morcegos são predadores de outras espécies, podendo gerar a proliferação de pragas. Outro favor negativo relatado está associado ao excessivo ruído para os vizinhos do parque eólico, devido ao atrito das pás com o vento.

A ENERGIA SOLAR

As células solares são células ou módulos fotovoltaicos feitas com materiais semicondutores, como o silício, que é um dos mais utilizados atualmente. Basicamente, quando a luz atinge a célula, os fótons que incidem na placa transferem energia aos elétrons da placa e se a energia for suficiente, arrancam elétrons produzindo uma tensão e gerando corrente elétrica. Essa energia elétrica deverá ser armazenada em baterias, tendo em vista que há dias nublados ou chuvosos, nos quais a luz visível emitida pelo sol não consegue atravessar as nuvens, ou seja, não há alimentação dos painéis solares.

Alguns dos problemas da adoção dos painéis solares como fonte de energia elétrica estão nas baterias que necessitam de manutenção e substituição ao longo do tempo e na corrente contínua gerada, pois é necessário um inversor para converter a corrente contínua gerada pelos painéis fotovoltaicos em corrente alternada. Também cabe dizer que para gerar grande quantidade de energia elétrica (energia suficiente para substituir uma hidrelétrica, por exemplo) é necessária uma grande área para instalação dos painéis solares, que também cria a necessidade de remoção da fauna e devastação da flora local. Além de todas essas dificuldades, ainda há como barreira à utilização de energia solar em larga escala o alto custo financeiro para a aquisição dos painéis solares e manutenção, com isso ainda é considerada uma forma de geração de energia elétrica muito cara. Na Figura 10, o exemplo da Alemanha.



Figura 10: Painéis solares na Alemanha

OS CUSTOS DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Dados da Associação americana de energia eólica (AWEA – *American Wind Energy Association*), em dados de estudo realizado no ano de 2012, o custo médio, em centavos de dólares, para a geração de cada 1 kWh nas diversas fontes de energia elétrica é dado pela Tabela 1.

COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
TIPO DE RECURSO	CUSTO MÉDIO (em centavos de US\$ por kWh)
Hidrelétrica	entre 2 e 5
Nuclear	entre 3 e 4
Carvão	entre 4 e 5
Gás natural	entre 4 e 5
Eólica	entre 4 e 10
Biomassa	entre 8 e 12
Solar	entre 15 e 32

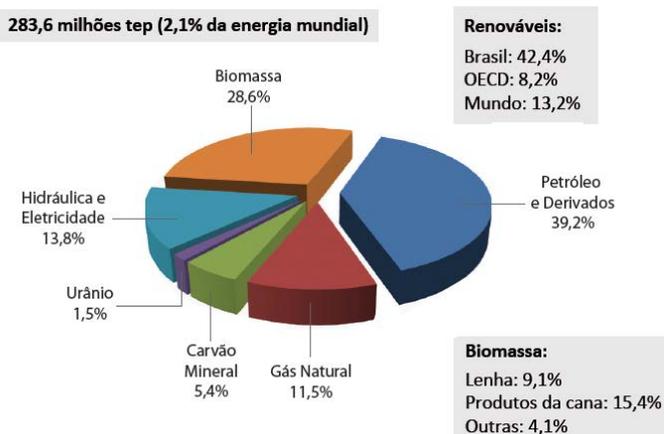
Tabela 1: custo de geração de energia elétrica, segundo estudo da AWEA

Ao analisar a tabela, percebe-se que o custo para gerar energia em hidrelétricas é menor do que o custo da produção de energia através de parques eólicos, por exemplo. Formas de energia mais “limpas”, ou seja, que produzem menor impacto ambiental, como a energia solar, têm custos mais elevados, o que dificultam a sua utilização e acabam desencorajando os governos para sua adoção.

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

As fontes de energia

A Oferta Interna de Energia (OIE) no Brasil chegou a 283,6 milhões de tep (toneladas equivalente de petróleo), segundo dados do Ministério de Minas e Energia (Ministério de Minas e Energia, *Resenha Energética Brasileira – exercício 2012*). Esse valor equivale a 2,1% da energia mundial. Comparando a geração de energia no Brasil com a energia gerada pelos países que formam a *Organisation de Coopération et de Développement Économiques* (em português, Organização Econômica de Cooperação e Desenvolvimento – OECD - formada na grande maioria por países ricos), podemos perceber que o Brasil tem mais de 42% de sua matriz energética formada por energias renováveis, enquanto a OECD tem percentual de apenas 8,2% e no mundo esse percentual é 13,2%. No Gráfico 1, alguns dados são apresentados:



Outro dado importante sobre a matriz energética brasileira é a utilização de grandes percentuais de energia hidráulica e biomassa que proporcionam menores índices de emissões de dióxido de carbono (CO₂). No Brasil, a emissão no ano de 2012 foi de 1,46 toneladas de CO₂ por tep, enquanto que nos países da OECD esse número chegou a 2,3 tCO₂/tep. Países como a China e os Estados Unidos representaram quase 42% de toda a produção mundial de dióxido de carbono.

Gráfico 1: Oferta de energia elétrica no Brasil

Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3 - Resenha Energetica/1 - Resenha Energetica.pdf>.

Acesso em: 27 jan 2014

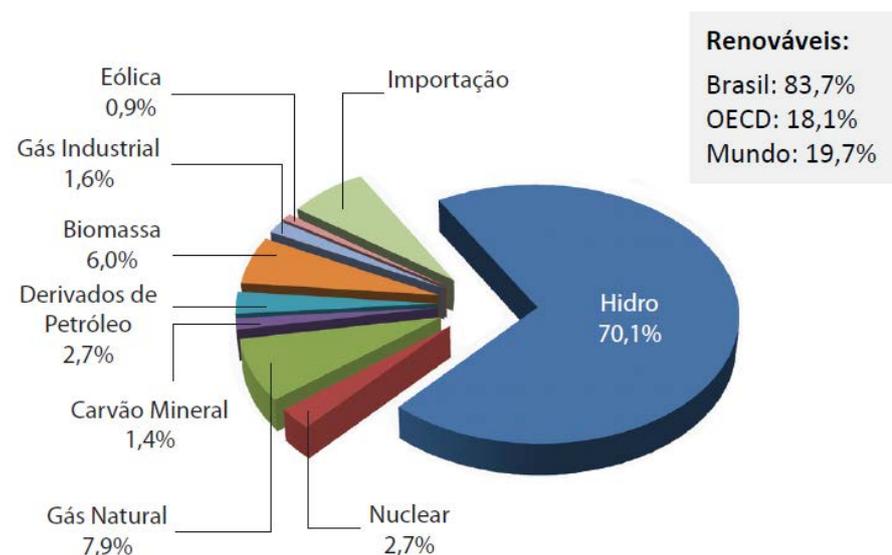
A oferta interna de energia elétrica (OIEE)

Segundo dados da Resenha Energética Brasileira (Ministério de Minas e Energia, 2013), a oferta interna de energia elétrica chegou a 592,8 TWh. No comparativo entre os anos de 2011 e 2012 houve um aumento expressivo de oferta (mais de 86%) de energia elétrica por fonte eólica e gás natural, além do aumento de 32,5% de oferta de geração por biomassa. A oferta de energia elétrica no Brasil ainda é predominantemente hidrelétrica, mesmo que tenha reduzido sua participação na geração total de energia elétrica (redução de 75,5% em 2011 para 70,1% em 2012). Observe a Tabela 2.

Oferta Interna de Energia Elétrica (em GWh e %)					
ESPECIFICAÇÃO	GWh		12/11 %	Estrutura (%)	
	2011	2012		2011	2012
Hidráulica	428.333	415.342	-3,0	75,5	70,1
Nuclear	15.659	16.038	2,4	2,8	2,7
Gás Natural	25.095	46.760	86,3	4,4	7,9
Carvão Mineral	6.485	8.422	29,9	1,1	1,4
Derivados de Petróleo	12.239	16.214	32,5	2,2	2,7
Biomassa	32.791	35.296	7,6	5,8	6,0
Gás Industrial	8.451	9.376	10,9	1,5	1,6
Eólica	2.705	5.050	86,7	0,5	0,9
Importação	35.886	40.254	12,2	6,3	6,8
TOTAL	567.644	592.753	4,4	100,0	100,0

Tabela 2: Oferta interna de energia elétrica.

Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3 - Resenha_Energetica/1 - Resenha_Energetica.pdf.



O gráfico ao lado mostra o percentual de cada fonte energética na matriz energética brasileira. No quadro (canto superior direito da figura) temos os percentuais de utilização de fontes renováveis na produção de energia elétrica no Brasil, na OECD e no mundo. É possível verificar que os índices brasileiros de utilização de energias renováveis são bem superiores aos demais. Também é possível afirmar que a geração de energia elétrica por fontes nuclear e eólica tem contribuição discreta na energia total produzida no país e que a energia solar sequer é citada no Gráfico2.

Gráfico 2: Dados da matriz energética brasileira.

Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3 - Resenha_Energetica/1 - Resenha_Energetica.pdf.

A potência elétrica brasileira

Até o final do ano de 2012, o Brasil tinha 2778 usinas instaladas, sendo 1064 usinas hidrelétricas, 1007 usinas de petróleo, como podemos ver na tabela da **Capacidade instalada de geração de energia elétrica**. Observando a tabela, percebemos que o Brasil conta com apenas duas usinas nucleares, elas que oferecem a maior potência média por usina (1004 MW por usina), potência muito superior aos 22 MW por usina eólica, 79 MW para cada usina hidrelétrica. Na Tabela 3 aparecem também dados de energia solar, com 11 geradoras, correspondendo a apenas 0,01% da potência de geração de energia no país.

Capacidade Instalada de Geração Elétrica – em 31/12/2012				
Fonte	Nº Usinas	Potência Instalada (MW)	Estrutura %	Potência Média por Usina
Hidrelétrica	1.064	84.294	69,7	79
Gás	145	13.261	11,0	91
Gás natural	105	11.415	9,4	109
Gás industrial	40	1.845	1,5	46
Biomassa	454	9.992	8,3	22
Bagaço de cana	365	8.180	6,8	22
Biogás	19	79	0,1	4
Outras	70	1.733	1,4	25
Petróleo	1.007	7.221	6,0	7
Nuclear	2	2.007	1,7	1004
Carvão Mineral	11	2.304	1,9	209
Eólica	84	1.886	1,6	22
Solar	11	8	0,01	1
TOTAL	2.778	120.973	100,0	44
Importação contratada		5.850		
Disponibilidade Total		126.823		

Tabela 3: Capacidade instalada de energia elétrica no Brasil

Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3 - Resenha Energetica/1 - Resenha Energetica.pdf>.

MATRIZ DE OFERTA DE ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO

As ofertas de energia no Brasil e no mundo seguem tendência que levam em consideração variáveis econômicas e também políticas de governo e disponibilidade das fontes de energia. Fazendo uma análise entre 1973 e a primeira década dos anos 2000 (na Tabela 4), percebemos que houve um decréscimo da utilização do petróleo como fonte de energia, tendo em vista os aumentos do preço do petróleo ocorrido principalmente entre 1973 e 1979. No Brasil, a substituição foi feita por fontes hidráulicas e gás natural, na OECD houve acréscimo significativo de energia nuclear e gás natural e no mundo se destaca o aumento a utilização de carvão mineral e a diminuição de biomassa.

Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo (% e tep)						
Fonte	Brasil		OECD		Mundo	
	1973	2012	1973	2012	1973	2012
Petróleo e derivados	45,6	39,2	52,6	36,3	41,6	32,3
Gás Natural	0,4	11,5	18,9	24,4	14,5	21,4
Carvão Mineral	3,1	5,4	22,6	20,1	22,2	27,3
Urânio	0,0	1,5	1,3	11,0	0,8	5,7
Hidráulica e Eletricidade	6,1	13,8	2,1	2,1	1,6	2,3
Biomassa / Eólica / outras	44,8	28,6	2,5	6,1	19,4	10,9
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total – milhões tep	82	284	3.724	5.406	6.115	12.717
% DO TOTAL	1,3	2,1	60,9	42,5		

Tabela4: comparativo entre a matriz energética brasileira em 1973 e 2012.

Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3 - Resenha Energetica/1 - Resenha Energetica.pdf>.

Acesso em: 27 jan 2014

A matriz de geração de energia elétrica precisa ser equilibrada e a diversificação de fontes energéticas colabora para o equilíbrio ambiental. Um país que gera energia elétrica quase que exclusivamente através de usinas hidrelétricas, pode ter dificuldades de geração de energia elétrica em caso de escassez de chuvas. Esse era o

caso do Brasil em 1973 e a ampliação de outras formas de energia representam maior autonomia energética do país (Tabela 5).

Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo (% e tep)				
Fonte	Brasil		OECD	
	1973	2012	1973	2012
Petróleo	7,2	2,7	24,7	4,6
Gás	0,0	7,9	12,1	22,2
Carvão Mineral	1,7	1,4	38,3	40,6
Nuclear	0,0	2,7	3,3	12,9
Hidráulica	89,4	76,9	21,0	16,0
Biomassa / Eólica / outras	1,7	8,4	0,6	3,7
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Total – TWh	65	593	6.116	21.431
% DO TOTAL	1,1	2,6		

Tabela 5: comparativo entre a matriz energética do Brasil e da OECD em 1973 e 2012.

Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3_-_Resenha_Energetica/1_-_Resenha_Energetica.pdf.

É possível perceber na tabela a seguir que o Brasil ainda depende muito das usinas hidrelétricas e que são necessários ainda mais investimentos em outras fontes de energia, mas segundo estudo apresentado no XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Rio de Janeiro, 2008), o Brasil precisa investir fortemente em tecnologia e engenharia de materiais para a produção de equipamentos para a geração de energia eólica e solar com custos mais competitivos se comparados com o mercado internacional.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a19v32n3.pdf>. Acesso em 28 jan. 2014.

http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3_-_Resenha_Energetica/1_-_Resenha_Energetica.pdf. Acesso em 28 jan. 2014.

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_541_11890.pdf. Acesso em 28 jan. 2014.

QUESTIONÁRIO

01 – Explique, de forma simplificada e com suas palavras, qual o caminho no processo de geração de energia elétrica desde a geração até chegar ao consumidor final.

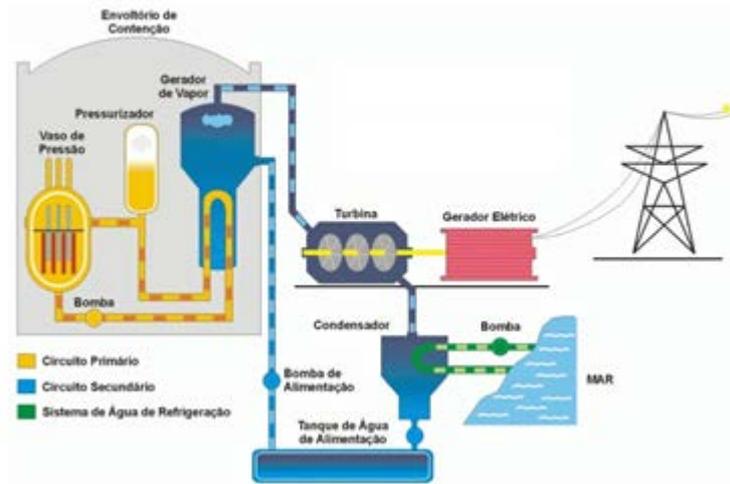
02 – Para cada fonte de energia, cite pelo menos um aspecto favorável e um desfavorável a sua utilização:

FONTE	ASPECTO FAVORÁVEL	ASPECTO DESFAVORÁVEL
Hidrelétrica		
Termelétrica		
Nuclear		
Eólica		
Solar		

03 – Sobre a Oferta Interna de Energia Elétrica do Brasil, podemos afirmar que existe alguma das fontes de energia elétrica que ainda é predominante na matriz energética brasileira? Quais são as formas de geração de energia que ainda têm percentuais discretos em nosso país? Quais estão tendo um crescimento significativo? Procure fazer um breve relato respondendo essas questões.

SLIDE 4

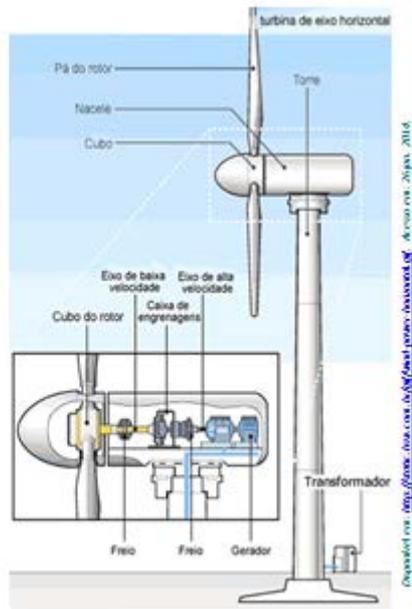
AS USINAS NUCLEARES



Disponível em: <http://www.energiaatual.com.br/energia-atual/energia-nuclear/energia-nuclear-2014>

SLIDE 5

A ENERGIA EÓLICA



Disponível em: <http://www.energiaatual.com.br/energia-atual/energia-nuclear/energia-nuclear-2014>

SLIDE 6

A ENERGIA SOLAR



Disponível em: http://brn.educacao.mg.gov.br/sistema_cni/banco_obteridos_cni/7802204870-1225-4087-8887-49737086400170_image020.jpg Acesso em: 20 Jun. 2014

SLIDE 7

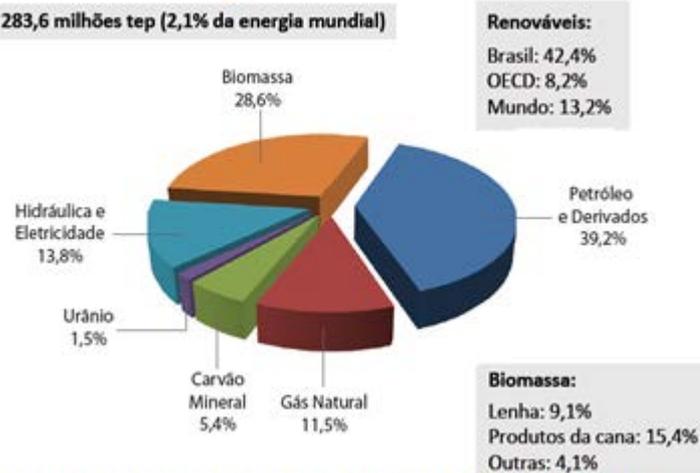
OS CUSTOS DA GERAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
TIPO DE RECURSO	CUSTO MÉDIO (em centavos de US\$ por kWh)
Hidrelétrica	entre 2 e 5
Nuclear	entre 3 e 4
Carvão	entre 4 e 5
Gás natural	entre 4 e 5
Eólica	entre 4 e 10
Biomassa	entre 8 e 12
Solar	entre 15 e 32

SLIDE 8

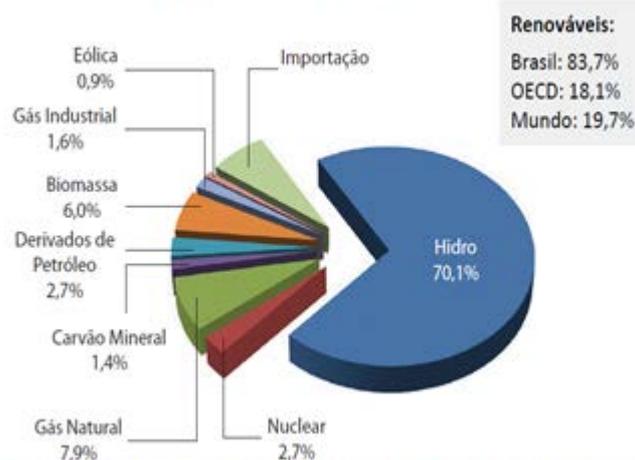
OS CUSTOS DA GERAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

283,6 milhões tep (2,1% da energia mundial)

Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galeria/brazil/publicacoes/2014/G_-_Resumo_Energico/G_-_Resumo_Energico.pdf Acesso em: 27/jun 2014

SLIDE 9

A oferta interna de energia elétrica (OIEE)

Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galeria/brazil/publicacoes/2014/G_-_Resumo_Energico/G_-_Resumo_Energico.pdf Acesso em: 27/jun 2014

SLIDE 10

Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo (% e tep)				
Fonte	Brasil		OECD	
	1973	2012	1973	2012
Petróleo	7,2	2,7	24,7	4,6
Gás	0,0	7,9	12,1	22,2
Carvão Mineral	1,7	1,4	38,3	40,6
Nuclear	0,0	2,7	3,3	12,9
Hidráulica	89,4	76,9	21,0	16,0
Biomassa / Eólica / outras	1,7	8,4	0,6	3,7
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Total – TWh	65	593	6.116	21.431
% DO TOTAL	1,1	2,6		

APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA – AULA 4

Plano de aula

Nesta aula, começaremos o processo de investigação do consumo de energia elétrica no Colégio. Nas aulas anteriores (Aulas 1, 2 e 3) os alunos trabalharam os conceitos de eletricidade e esse é o momento dos alunos aplicarem os conhecimentos. A aula inicia com um bate-papo e levantamento de hipóteses sobre os aparelhos e áreas do colégio que consomem mais energia elétrica. Em seguida será construído de um plano de ação para averiguação da validade das hipóteses (cronograma e organograma de atividades para os grupos de alunos) a partir do qual os alunos serão levados para coleta de dados no Colégio.

1. BATE-PAPO INICIAL – LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES EXPLICATIVAS SOBRE O EXCESSO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO COLÉGIO E FORMAS DE ECONOMIA – duração: 20min

Haverá um bate-papo no qual os alunos levantarão hipóteses sobre os aparelhos que mais consomem energia elétrica no Colégio. Esse levantamento será mais específico do que o realizado na Aula 1, com citações das salas de aula que mais consomem energia elétrica, os aparelhos de ar condicionado que consomem mais energia, os corredores que ficam com lâmpadas ligadas desnecessariamente, ...).

2. PLANO DE AÇÃO – OUVINDO OS ALUNOS E DEFININDO AS AÇÕES – duração: 20min

Será criado o plano de ação para a coleta de dados, numa elaboração conjunta entre o professor e os alunos (tabelas de análise de consumo de energia em cada ambiente do Colégio: salas de aula, banheiros, biblioteca, corredores,...) com possibilidade de alterações para atender as sugestões dos alunos (arquivos: [AULA 4 – PLANO DE AÇÃO – ORIENTAÇÕES/PLANILHA DE COLETA DE DADOS/PLANTA BAIXA E TABELAS](#)).

3. COLETA DE DADOS – duração:50min

Os alunos serão levados para as salas de aula e demais dependências do Colégio para a coletas de dados (nº de aparelhos elétricos em cada sala de aula, tempo de permanência ligados diariamente, medidas das salas,...) e será solicitado que os funcionários que controlam o acionamento desses aparelhos (funcionários que “ligam as luzes” todos os dias) estejam disponíveis para responder aos questionamentos dos alunos. Também será feita uma anotação da quantidade de kWh do contador de energia elétrica do Colégio nessa data para que se possa verificar na semana seguinte o consumo de energia elétrica registrado em uma semana.

4. VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DOS DADOS – duração: 20min

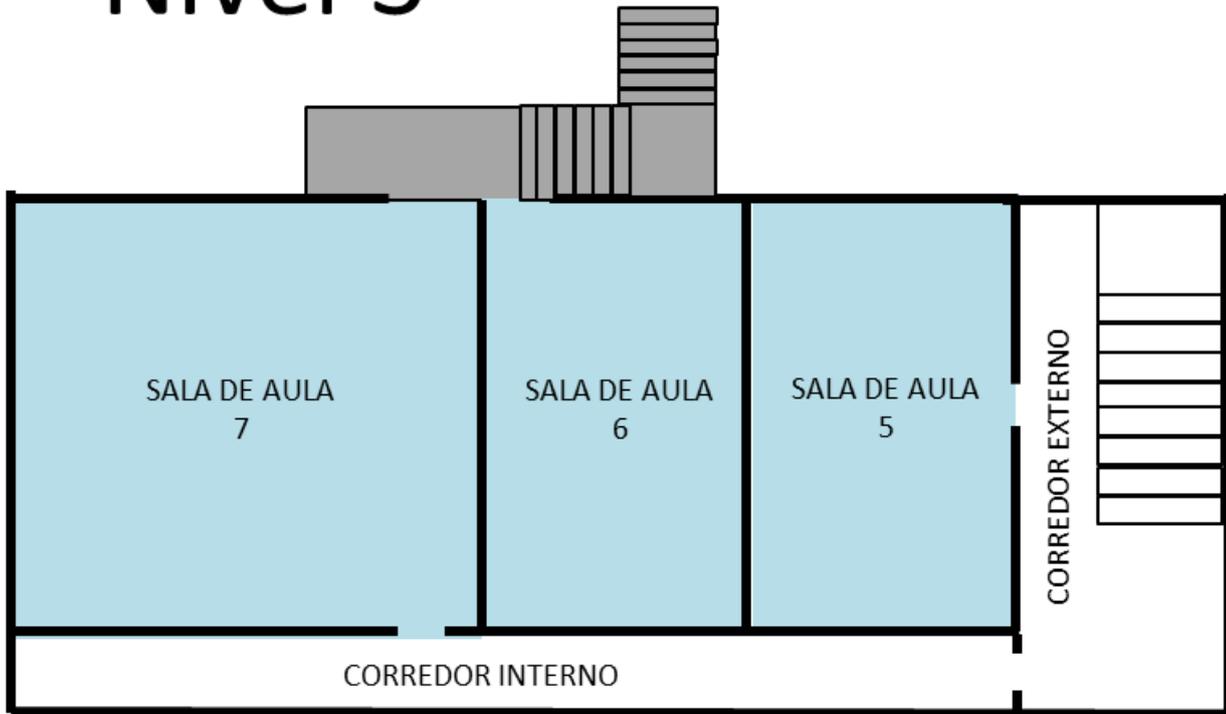
Os alunos voltarão para a sala de aula para que, juntos com o professor, possam conferir se os dados coletados são válidos para que possam fazer a análise posterior.

5. TEXTO DE APOIO – ORIENTAÇÃO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS – duração: 10min

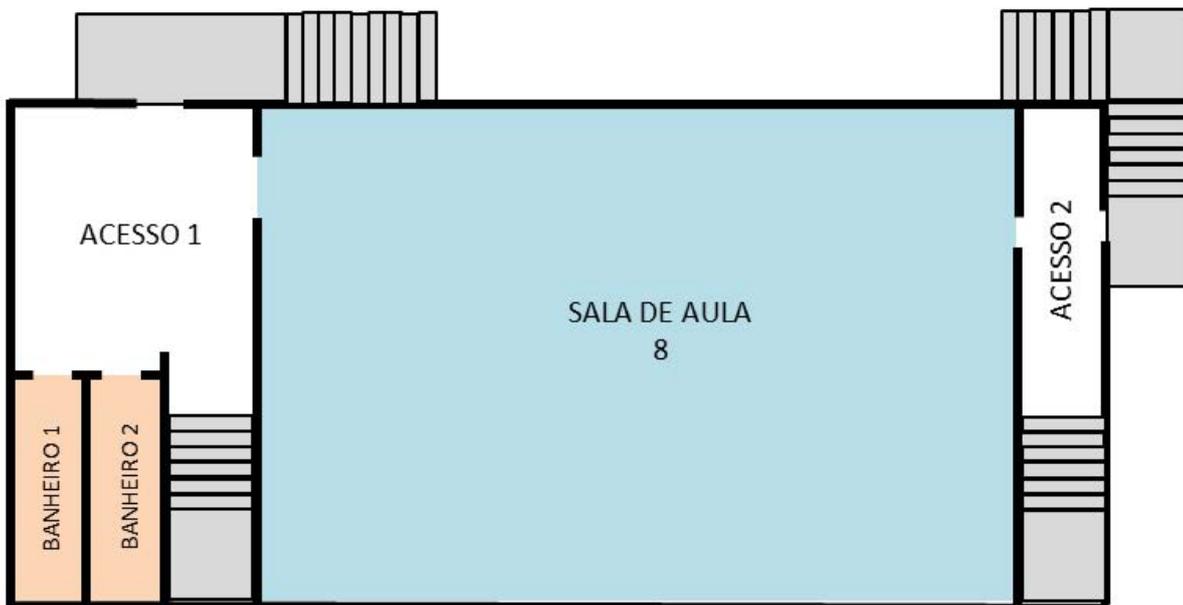
Será distribuído aos alunos um texto de apoio (TEXTO DE APOIO - AULA 4 – ORIENTAÇÃO PARA ANÁLISE DE RESULTADOS.pdf) com orientações de análise de resultados e com um questionário sobre os dados coletados e questões que servirão de reflexão para que os alunos comecem a pensar em alternativas para diminuir o consumo de energia elétrica no Colégio. Também receberão um guia para ajudar nas possíveis soluções ([AULA 4 – GUIA PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS E ECONOMIA DE ENERGIA DE ENERGIA.pdf](#))



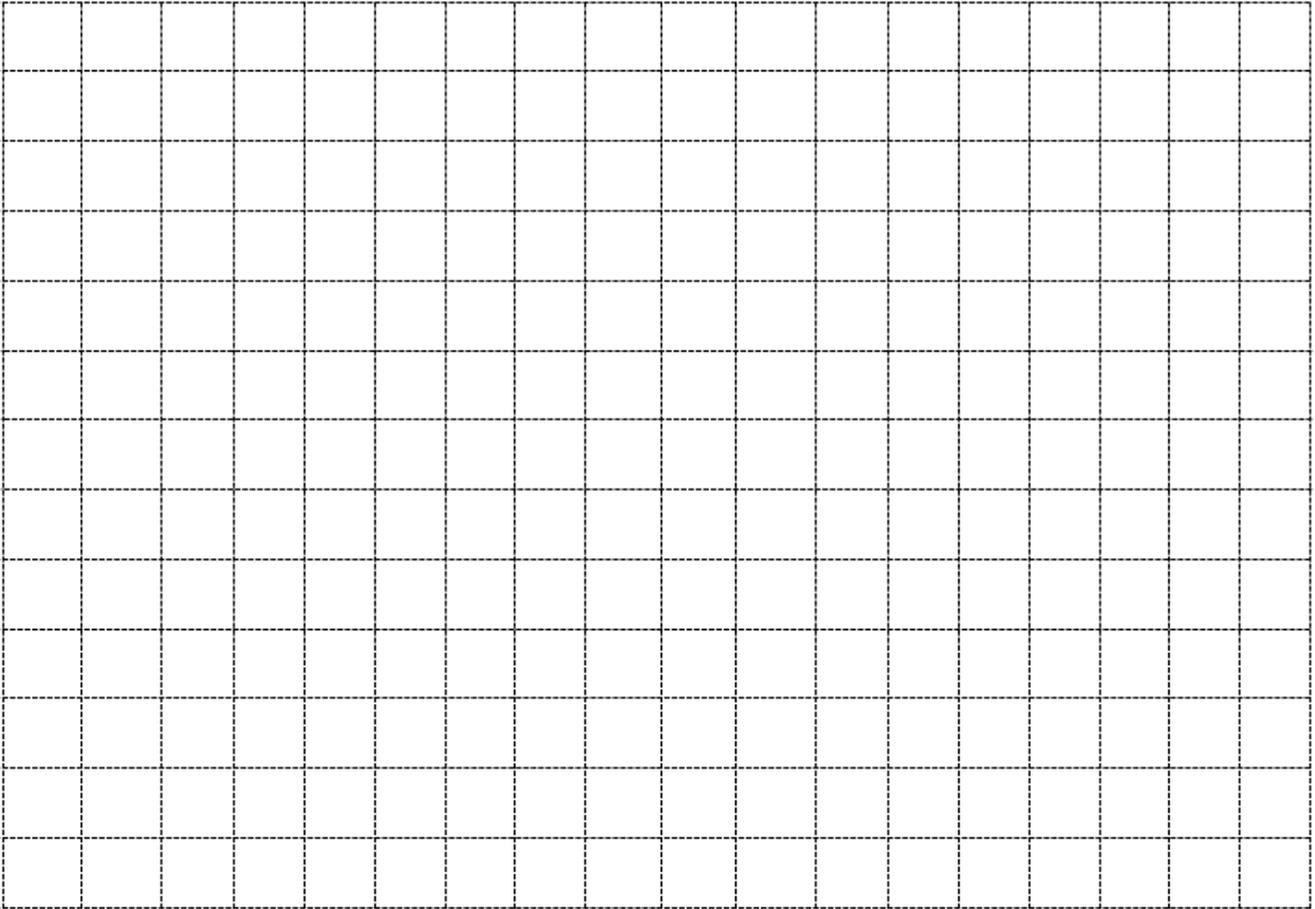
Nível 3



Nível 4



FAÇA UM ESBOÇO DO AMBIENTE, COLOCANDO AS MEDIDAS E POSIÇÕES DE PORTAS JANELAS



AULA 4 - ESTUDO SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESCOLA: _____

PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

ORIENTAÇÕES PARA ANÁLISE DOS DADOS NO COLÉGIO

Após a conclusão do processo de medida no colégio, esse é o momento de você analisar os dados coletados e chegar a algumas conclusões.

Para cada ambiente do colégio (salas de aula, biblioteca,...), há algumas perguntas básicas que precisam ser respondidas (suas respostas são estimadas com base no estudo de consumo feito no colégio):

- Qual o consumo médio de energia elétrica no ambiente?
- Há problemas de excesso de consumo de energia elétrica nesse ambiente? Se sim, quais?
- Se há como reduzir o consumo de energia nesse ambiente, a alternativa para redução está em mudanças comportamentais (das pessoas) ou modificações estruturais (mudanças nos aparelhos)?
- Quais são as sugestões de mudanças comportamentais e/ou estruturais?

Você receberá um guia que ajudará na elaboração das sugestões de mudanças, mas será necessário que cada sugestão feita seja bem fundamentada para que seja aceita pela direção do Colégio, tendo em vista que as mudanças comportamentais envolvem a mudança de hábito da comunidade escolar (professores, alunos, funcionários,...) e mudanças estruturais podem envolver inclusive investimentos financeiros.

EXEMPLO:

SALA DE AULA 1

Permanece com suas lâmpadas ligadas desde 7h da manhã até 23h, ininterruptamente. Os aparelhos de ar condicionado dessa sala também permanecem ligados das 7h até 12h e depois das 14h até 18h e ainda das 19h até 23h. A iluminação da sala é satisfatória para a sala de aula e são utilizadas lâmpadas fluorescentes (que são econômicas), mas não é necessário que permaneçam ligadas no horário do intervalo entre as aulas (das 12h até 14h).

ELABORANDO A APRESENTAÇÃO

A apresentação do trabalho será o momento que você divulgará para a direção do colégio os resultados de sua análise sobre o consumo de energia elétrica no colégio. Então, é necessário fazer por etapas:

- APRESENTAÇÃO INICIAL: apresentar os membros do grupo à direção e o título do seu trabalho (ou seja, o porquê de estarem ali);
- OBJETIVO DO TRABALHO: dizer qual a motivação do trabalho (por que investigaram o consumo de energia elétrica no colégio?);
- RELATO DOS DADOS ANALISADOS: apresentar um relato de cada ambiente (as tabelas que foram preenchidas durante a visita servirão de base para esse relato);
- PROBLEMAS DIAGNOSTICADOS: esse é o momento em que você deverá começar a convencer a direção do colégio que há problemas a serem resolvidos, que são necessárias mudanças (procure justificar o que cada problema causa, ou seja, por que é um problema);
- APRESENTANDO SOLUÇÕES: apresente soluções para os problemas. Lembre-se que se forem soluções que envolvem mudanças comportamentais, será necessário convencer a comunidade escolar (portanto a ideia deve ser executável) e as mudanças estruturais devem ter comprovação da sua viabilidade financeira (caso envolva a necessidade de investimentos financeiros).

AULA 4 - ESTUDO SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESCOLA: _____

PROFESSOR: _____

NOME DO(A) ALUNO (A): _____

GUIA PARA ECONOMIA DE ENERGIA NO COLÉGIO

Sabemos o quão necessária é para o nosso planeta a redução do consumo de energia elétrica. Colocar em prática um projeto de economia de energia elétrica é sempre um desafio, seja em casa, no colégio ou mesmo na cidade. Um tópico muito importante quando se trata de economia de energia é a aceitação do usuário, tema citado na dissertação de mestrado do engenheiro Marcos Barros de Souza. Ele diz que as mudanças propostas devem ser executáveis, pois do contrário os próprios usuários tendem a boicotar o processo de economia de energia: *“O sucesso de um sistema de controle só será alcançado se o mesmo não gerar sacrifícios por parte do usuário, caso contrário, ele encontrará um meio de tornar o controle inoperante.”*

Como o trabalho será apresentado para a direção do colégio, será necessário apresentar uma série de justificativas para as mudanças, com embasamento que você buscará em suas pesquisas com o auxílio do professor.

MUDANÇAS COMPORTAMENTAIS

Os usuários precisam estar convencidos da necessidade de mudanças de hábitos cotidianos para a economia de energia elétrica no colégio. O processo de educação ou de reeducação precisa ser continuado e não pode se resumir a poucos minutos de orientação para os funcionários.

Algumas possíveis propostas que poderão servir de base para serem desenvolvidas junto aos usuários:

- palestra para os funcionários, alunos e professores sobre a necessidade de economia de energia;
- confecção de cartilhas para os funcionários;
- confecção de cartazes estipulando horários de acendimento das luzes dos colégio, cartazes de lembrete de apagar a luz ao sair de um ambiente.

MUDANÇAS ESTRUTURAIS

As mudanças estruturais podem envolver investimentos econômicos. Para tanto, é necessário demonstrar para quem você propõe investir (nesse caso a direção do colégio) qual será o tempo para que o investimento comece a dar retorno financeiro (em quanto tempo a economia de energia será maior do que o gasto com o investimento da aquisição de novos aparelhos elétricos que geraram a economia).

Alguns “vilões” do excesso do consumo de energia elétrica e que deverão ser objeto de análise:

- a utilização de plugues “tipo T” nas instalações elétricas: se temos diversos aparelhos ligados numa única tomada, haverá grande consumo de energia elétrica e passagem de grande intensidade decorrente elétrica num fio fino (de resistência elétrica grande) e pode gerar grande aquecimento do fio pela passagem de corrente elétrica (efeito Joule). Esse aquecimento dissipa muita energia na forma de calor, ou seja, parte da energia elétrica consumida pelos aparelhos será transformada em calor (energia que não se quer).

- Lâmpadas que ficam ligadas em corredores com baixa circulação: há locais que devem ficar com as luzes acesas (corredores internos e externos, por exemplo), mas muitas vezes têm baixa circulação de pessoas. Nesse caso, talvez seja viável a instalação de fotossensores (também chamados de sensores de presença) para reduzir o consumo de energia elétrica.

Cálculo da luminosidade dos ambientes

Baseado no artigo ILUMINÂNCIA E CÁLCULO LUMINOTÉCNICO retirado de

<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>; acesso em 20/09/2013

O estudo da iluminação de ambientes leva em conta uma série de fatores: o objetivo da iluminação, as pessoas que utilizam o ambiente, o fator de depreciação, o índice de reprodução da cor de uma luminária, o posicionamento das luminárias, as cores de paredes e tetos e diversos outros fatores. Em nosso estudo, faremos uma análise simplificada, levando em consideração somente os fatores mais importantes para a escolha das luminárias. Nesse estudo é necessário conhecer alguns termos importantes:

ILUMINÂNCIA(E): Expressa em lux (lm/m^2), indica o fluxo luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície situada à uma certa distância dessa fonte. A tabela abaixo trata do nível de iluminância (E) segundo as normas da ABNT (NBR5413):

	ILUMINÂNCIA (lux)	TIPO DE AMBIENTE / ATIVIDADE
CLASSE A (áreas de uso contínuo e/ou execução de tarefas simples)	20 - 30 - 50	- ruas públicas e estacionamentos
	50 - 75 - 100	- ambientes de pouca permanência
	100 - 150 - 200	- depósitos
CLASSE B (áreas de trabalho em geral)	200 - 300 - 500	- trabalhos brutos e auditórios
	500 - 750 - 1.000	- trabalhos normais: escritórios e fábricas
	1.000 - 1.500 - 2.000	- trabalhos especiais: gravação, inspeção, indústrias de tecidos
CLASSE C (áreas com tarefas visuais minuciosas)	2.000 - 3.000 - 5.000	- trabalho contínuo e exato: eletrônica
	5.000 - 7.500 - 10.000	- trabalho que exige muita exatidão: placas eletro-eletrônicas
	10.000 - 15.000 - 20.000	- trabalho minucioso especial: cirurgia

TABELA 1: Iluminâncias (em lux) para cada grupo de tarefas visuais.

Fonte:
<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>

ÍNDICE DO LOCAL (K): é a relação entre as medidas do local. Pode ser calculada por:

$$K = \frac{C \cdot L}{(C + L) \cdot h} ,$$

onde

C = comprimento do local

L = largura do local

h = altura da luminária ao plano de trabalho

REFLETÂNCIA: Os índices de reflexos nos tetos, paredes e pisos são importantes para a determinação do fator de utilização (FU), na tabela de cada luminária escolhida.

	Branco	Claro	Médio	Escuro
Teto	80%	70%	50%	30%
Parede		50%	30%	10%
Piso			30%	10%

Esses índices levam em conta a capacidade de refletir de uma superfície. O material do qual a superfície é feita, bem como as cores com as quais está pintada também são importantes, mas em nossos estudos vamos restringir a análise colocada na tabela acima.

As tabelas abaixo contém os índices de reflexos de cada luminária. Relacionando com índice do local (K) é possível determinar o Fator de Utilização em cada situação:

Tabela de Fator de Utilização – luminária
TBS027 - 2 x TLDRS 32W



Fonte:
<http://www.iar.unicamp.br/lbb/luz/Id/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>

Fator de Área K	80			70				50		30		0
	50	50		50	50	50	30	30	10	30	10	0
	30	10		30	20	10	10	10	10	10	10	0
0.60	.42	.40		.41	.40	.39	.34	.33	.30	.33	.30	.28
0.80	.50	.47		.49	.48	.46	.41	.40	.37	.40	.37	.35
1.00	.57	.53		.56	.54	.52	.47	.46	.43	.46	.42	.41
1.25	.64	.58		.62	.60	.58	.53	.52	.48	.51	.48	.46
1.50	.69	.62		.67	.64	.62	.57	.56	.53	.55	.52	.51
2.00	.76	.68		.74	.71	.67	.64	.63	.60	.62	.59	.57
2.50	.81	.72		.79	.75	.71	.68	.67	.64	.66	.63	.62
3.00	.85	.74		.82	.78	.73	.71	.70	.67	.68	.67	.65
4.00	.89	.77		.87	.81	.76	.74	.73	.71	.72	.70	.68
5.00	.92	.79		.89	.83	.78	.76	.75	.74	.74	.72	.70

Tabela de Fator de Utilização – luminária
TCK 431 - 2 x TLRS 110 W



Fonte:
<http://www.iar.unicamp.br/lbb/luz/Id/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>

Fator de Área K	80			70			50		30		0
	50	50	30	50	50	30	30	10	30	10	0
	30	10	10	30	10	30	10	10	10	10	0
0.60	.38	.36	.30	.37	.36	.31	.29	.25	.29	.25	.24
0.80	.47	.44	.37	.46	.43	.38	.37	.32	.36	.32	.30
1.00	.54	.50	.44	.53	.49	.45	.43	.38	.42	.38	.36
1.25	.61	.56	.50	.59	.55	.52	.48	.44	.48	.44	.42
1.50	.66	.60	.54	.65	.59	.58	.53	.49	.52	.49	.47
2.00	.74	.66	.62	.72	.65	.66	.60	.56	.59	.56	.54
2.50	.80	.70	.66	.78	.70	.72	.64	.61	.63	.60	.58
3.00	.84	.73	.70	.81	.72	.76	.68	.65	.66	.64	.62
4.00	.89	.77	.74	.86	.76	.82	.72	.69	.70	.68	.66
5.00	.92	.79	.76	.89	.78	.85	.74	.72	.73	.71	.69

FATOR DE MANUTENÇÃO (FM): Está relacionado ao grau de conservação e limpeza das luminárias.

Ambiente	Limpo	Médio	Sujo
Fator de manutenção (FM)	0,9	0,8	0,6

FLUXO DA LUMINÁRIA (ϕ): fluxo luminoso da lâmpada multiplicado pelo n° de lâmpadas na luminária.

Tipo	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	IRC
Incandescente (127V)	60	864	100
Incandescente (127V)	100	1620	100
Fluorescente TLT	20	1100	70
Fluorescente TLD	32	2350	66
Fluorescente TLD/840	36	3350	85
Fluorescente TLT	40	2600	70
Fluorescente TLD/840	58	5200	85
Fluorescente TLT	65	4400	70
Fluorescente TLT	110	7600	70
Vapor de mercúrio	80	3700	48
Vapor de mercúrio	125	6200	46
Vapor de mercúrio	250	12700	40
Vapor de mercúrio	400	22000	40
Vapor metálico	256	19000	69
Vapor metálico	390	35000	69
Vapor metálico	400	35000	69
Vapor metálico	985	85000	65
Mista	165	3150	61
Mista	260	5500	63
Vapor de sódio	70	6600	25
Vapor de sódio	150	17500	25
Vapor de sódio	250	33200	25
Vapor de sódio	400	56500	25
Vapor de sódio	600	90000	25

Fonte:
<http://www.ibr.unicomp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>

Calculando o número de luminárias necessárias em cada ambiente:

$$n = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot FU \cdot FM} ,$$

onde:

n = número de luminárias

E = iluminância desejada

S = área do local

ϕ = fluxo da luminária

FU = fator de utilização

FM = fator de manutenção

Cálculo dos aparelhos de ar condicionado

Para o cálculo das potências ideais para os aparelhos de ar condicionado a serem instalados em cada ambiente também é necessário levar em consideração uma série de fatores como as dimensões do local, fluxo de ar (se as janelas e portas do ambiente permanecem fechadas ou abertas), materiais das paredes da sala e diversas outras variáveis. No entanto, há vários simuladores disponíveis na internet que podem ser utilizados e servir de parâmetros para a escolha desses aparelhos. Segue abaixo alguns *sites* que você poderá utilizar:

SIMULADOR DE CÁLCULO DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO:

- <http://www.webarcondicionado.com.br/calculo-de-btu>
- <http://www.electrolux.com.br/produtos/condicionadores-de-ar/Paginas/condicionadores-de-ar.aspx?gclid=CNPsP-a37kCFSlo7AodMjQA6Q>
- <http://www.explicafacil.com.br/ar-condicionado/dimensionamento-do-ar-condicionado/11>

E ainda, TABELAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>

APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA – AULA 5

Plano de aula

Os alunos já coletaram os dados (Aula 4) e os analisaram com o auxílio do texto de apoio. A Aula 5 iniciará com os grupos reunidos para discussão entre os educando e com o professor sobre a análise dos dados coletados no colégio. Em seguida, será solicitado que os grupos divulguem aos demais colegas dos outros grupos os principais problemas encontrados para o excesso de consumo de energia elétrica e quais as soluções que eles consideram eficientes para a economia no consumo de energia elétrica. Então, os alunos serão orientados a procurarem na internet ou na loja de materiais elétricos Severo Roth (em frente ao Colégio), os preços dos produtos para calcular o gasto com a compra e substituição de novos aparelhos e comparar com a economia no gasto de energia elétrica na colocação dos aparelhos mais econômicos.

1. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS – duração: 20min

Com os alunos reunidos em grupos, será o momento de verificar se todos os componentes do grupo entendem o cálculo do consumo de energia elétrica, percebem a necessidade de economia e se as soluções apontadas são possíveis de serem executadas.

2. EXPLICITANDO SEUS RESULTADOS E SOLUÇÕES – duração: 15min

Os grupos poderão mostrar aos colegas suas alternativas para a redução no consumo de energia. Isso possibilitará aos alunos a troca de ideias e a busca de alternativas ainda melhores.

3. QUANTO CUSTA ECONOMIZAR ENERGIA - duração:40min

Os alunos farão pesquisa na internet ou irão até a loja Severo Roth (em frente ao Colégio) para a coleta de preços dos aparelhos relacionados por eles para substituir os aparelhos que foram considerados pelos alunos as causas do excesso do consumo de energia elétrica.

4. VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DOS DADOS E ORIENTAÇÕES FINAIS – duração: 30min

Os alunos irão novamente ao contador de energia elétrica do Colégio (como foram na Aula 4) para fazer outra vez a leitura da quantidade de kWh do contador. Isso possibilitará saber o consumo de energia elétrica no Colégio no período de uma semana e ter uma estimativa do consumo mensal registrado pelo contador. Esse dado também poderá ajudar na verificação se o consumo de energia elétrica calculado através dos dados coletados e analisado tem valor próximo ao valor real, medido pelo contador. O professor orientará como realizar os cálculos do gasto total para a compra de novos equipamentos em substituição aos antigos e mais consumidores e dará orientações para a Aula 6, na qual cada grupo deverá apresentar para a direção do Colégio Unificado, para o professor e demais colegas um diagnóstico para o excesso de consumo de energia elétrica do Colégio e apontar possíveis soluções para diminuir o consumo.

APÊNDICE III

QUESTIONÁRIO SOBRE O CURSO
Estudo sobre o consumo de energia elétrica no Unificado

Sobre o curso, classifique cada item da tabela abaixo marcando Discordo Totalmente (DT), Discordo (D), Indiferente (I), Concordo (C) ou Concordo Totalmente (CT):

	DT	D	I	C	CT
As aulas foram interessantes e atrativas					
O professor explicou o conteúdo de forma satisfatória					
O curso não atendeu as minhas expectativas					
Apreendi pouca coisa ou praticamente nada com o curso					
As discussões sobre os temas trabalhados não foram relevantes					
Os materiais utilizados em sala de aula foram elaborados numa linguagem adequada ao meu nível de conhecimento					
Os materiais de aula me desestimularam ao estudo do tema					
Os materiais de apoio fornecidos foram adequados e interessantes					
O curso foi mal estruturado, com pouco tempo para as atividades					
Dediquei-me ao curso					
O tema do curso é irrelevante para a minha vida					
As ideias trabalhadas no curso me incentivam a colocar em prática os conhecimentos aprendidos					

1) Em linhas gerais, qual a sua avaliação sobre o minicurso *Estudo sobre o consumo de energia elétrica no Unificado*? _____

2) Qual (is) assunto(s) abordado(s) você desconhecia e considerou relevante(s)? Qual(is) assunto(s) não foi(foram) abordado(s) e que você gostaria de ter discutido? _____

3) O que poderia ser feito para melhorar o minicurso em futuras edições? _____

4) Você recomendaria este minicurso para os seus colegas? Por quê? _____

5) Escreva aqui outros aspectos que julgar importante de relatar sobre o curso: _____

APÊNDICE IV

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____, aluno(a) do curso *Estudo do Consumo de Energia Elétrica do Colégio Unificado*, oferecido pelo Colégio Unificado – Sede Centro, Porto Alegre, declaro por meio deste termo que me voluntario a participar da coleta de dados da dissertação *Ensino de conceitos básicos de eletricidade através da análise o consumo de energia elétrica em uma Escola de Ensino Médio* que será realizado pelo professor pesquisador Adroaldo Carpes de Lara, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação dos professores Ives Solano Araujo e Fernando Lang da Silveira.

Declaro que fui informado de que as informações coletadas a partir deste trabalho serão utilizadas apenas em situações acadêmicas (e.g. elaboração da dissertação, de artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sem trazer minha identificação explícita. Ao assinar o termo, autorizo, para fins acadêmicos, o uso das fotos e imagens obtidas durante minha participação na disciplina.

Minha colaboração terá início quando eu entregar o presente termo devidamente assinado. Estou ciente de que posso cancelar minha participação no trabalho a qualquer momento, bastando para isto que eu me manifeste por escrito para o pesquisador ou o orientador do trabalho.

Porto Alegre, 20 de maio de 2014

Assinatura do Pesquisador

Prof. Ives Solano Araujo
Instituto de Física – UFRGS
ives@if.ufrgs.br

Assinatura do aluno participante ou responsável